

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-286146

(43)Date of publication of application : 01.11.1996

(51)Int.Cl.

G02B 27/18

G02B 5/02

G02F 1/13

G02F 1/1335

G02F 1/1347

G09F 9/00

H04N 5/74

(21)Application number : 07-078927

(71)Applicant : PROJECTAVISION INC

(22)Date of filing : 04.04.1995

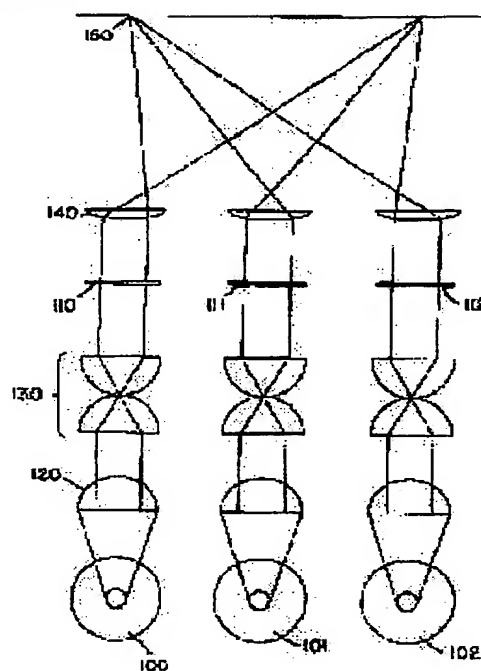
(72)Inventor : DOLGOFF EUGENE  
MALCOLM J MCPHARLEN  
PAUL B CHRISTIS

## (54) HIGHLY EFFICIENT PROJECTION SYSTEM FOR LIGHT BULB

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide video images with extremely large and adjustable size and high quality and sufficient brightness even in a room normally illuminated or environments filled with intense ambient light rays by using a highly efficient light bulb projection system.

**CONSTITUTION:** This display system comprises light sources, an element on which an image is formed, and optical tunnels having light reflecting inner faces and installed between the light sources and the element in order to transmit light rays from the light sources to the element and the optical tunnels have a length and width ratio conformed with that of the element. Respective light bulbs 110-112 for red, green, and blue display are illuminated with light rays of proper color light sources 100-102. The red color light rays from the light source 100 are converged by a condenser 120, paralleled by a collimating optical system 130, and form a red color image on a screen 150 by projection by a projection optical system 140. In the same way, a green color image and a blue color image are projected and converged on the screen and thus a full-color image is formed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.04.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.11.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-286146

(43) 公開日 平成8年(1996)11月1日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 27/18			G 0 2 B 27/18	Z
5/02			5/02	
G 0 2 F 1/13	5 0 5		G 0 2 F 1/13	5 0 5
1/1335	5 3 0		1/1335	5 3 0
1/1347			1/1347	

審査請求 有 請求項の数47 O L (全 58 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-78927

(22) 出願日 平成7年(1995)4月4日

(71) 出願人 595048991

プロジェクトビジョン、インク。  
PROJECTAVISION, INC.  
アメリカ合衆国、 ニューヨーク州  
10121、 ニューヨーク、 ツーベン  
プラザ スイート 640

(72) 発明者 ユージーン ドルゴフ

アメリカ合衆国、 ニューヨーク州  
11590、 ウェストベリー、 ロクスベリ  
ー ドライブ 936

(74) 代理人 弁理士 沼形 義彰 (外2名)

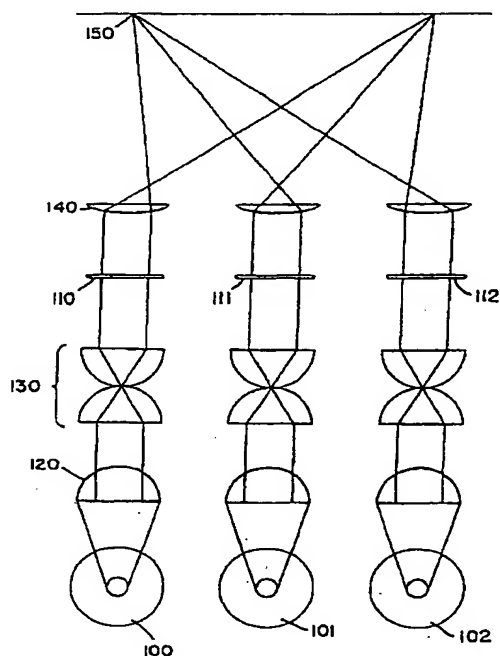
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高効率ライトバルブ投射システム

(57) 【要約】

【目的】 液晶プロジェクタにおいて、画素間の暗スペースを除去するもの。

【構成】 光源と、画像が形成される素子と、前記光源からの光を前記素子に送るよう、前記光源と前記素子との間に配設され、光反射内面を有する光トンネルとからなり、前記光トンネルが前記素子の縦横比と整合する縦横比を有することを特徴とするディスプレイシステム。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源と、

画像が形成される素子と、

前記光源からの光を前記素子に送るように、前記光源と前記素子との間に配設され、光反射内面を有する光トンネルとからなり、

前記光トンネルが前記素子の縦横比と整合する縦横比を有することを特徴とするディスプレイシステム。

【請求項 2】 前記光トンネルが長方形、正方形及び円形の何れかのプロファイルを有することを特徴とする請求項 1 記載のディスプレイシステム。

【請求項 3】 前記光トンネルが入力開口と、出力開口と、これらの入出力開口間で変化する形状とを有することを特徴とする請求項 1 記載のディスプレイシステム。

【請求項 4】 前記光トンネルが、前記入出力開口間で拡大又は縮小することを特徴とする請求項 3 記載のディスプレイシステム。

【請求項 5】 前記光トンネルが、「折り畳まれ」、少なくとも 2 つの光トンネル光路を形成することを特徴とする請求項 1 記載のディスプレイシステム。

【請求項 6】 前記光トンネル光路が同一線上にないことを特徴とする請求項 5 記載のディスプレイシステム。

【請求項 7】 レンズ、ミラー、及びプリズムから成るグループから選択され、前記光トンネル光路間に配設された少なくとも一つの光素子を更に含む、請求項 5 記載のディスプレイシステム。

【請求項 8】 前記光トンネルと前記素子との間に配設された少なくとも一つのレンズを含む、請求項 1 記載のディスプレイシステム。

【請求項 9】 前記少なくとも一つのレンズが前記出力開口の画像を前記素子の少なくとも一部に集束させることを特徴とする請求項 8 記載のディスプレイシステム。

【請求項 10】 前記素子に光を送るための複数の光トンネルを含む、請求項 1 記載のディスプレイシステム。

【請求項 11】 前記光トンネルが前記素子に異なる角度で光を送るための手段を有することを特徴とする請求項 10 記載のディスプレイシステム。

【請求項 12】 前記光トンネルが、一面において平坦な辺を有し、且つ、他の面で、非結像集光器として機能するように湾曲していることを特徴とする請求項 1 記載のディスプレイシステム。

【請求項 13】 前記光トンネルが、集光器を出る光の発散を減少させ、コリメーションを増大させるように、前記素子に近づくほど広がっていくことを特徴とする請求項 12 記載のディスプレイシステム。

【請求項 14】 前記光トンネルが入力開口を有し、この入力開口に前記光源の画像を形成するための球面反射器が更に備えられた、請求項 1 記載のディスプレイシステム。

【請求項 15】 光源と、

2

画像が形成される素子と、

前記光源と前記素子との間に配設された少なくとも 1 つの入力レンズアレーと、

前記素子を照射する光のコリメーションを増大させる手段とから成り、前記増大手段が、光ビームの直径を、前記阻止よりも大きく拡大する手段と、

前記素子から外れそうな光を前記素子に屈折させて、屈折された光を、前記少なくとも一つの入力レンズアレーと前記素子の画素孔を通過させる手段とからなることを特徴とするディスプレイシステム。

【請求項 16】 光を、その分散及びコリメーションが前記少なくとも一つの入力レンズアレーの素子の許容角度に近くなるような充分な直径に拡大するための手段を含むことを特徴とする請求項 15 記載のディスプレイシステム。

【請求項 17】 前記入出力レンズアレーの各素子がこの入力レンズアレーと並んでいる画素以外の画素に光を集束させるように、屈折された光が前記素子のある角度で照射することを特徴とする請求項 16 記載のディスプレイシステム。

【請求項 18】 画像が形成される素子であって、少なくとも 2 つの異なる領域をもち、各領域が異なる色の情報に対応するデータを表示するものと、

少なくとも一つのレンズアレーと、

光源と、

前記光源から出る光を異なる色のビームに分解するマクロプリズム手段であって、前記素子上の画素のピッチよりも遥かに大きい少なくとも一つのプリズム構造を含むものと、から成ることを特徴とするディスプレイシステム。

【請求項 19】 前記マクロプリズム手段がフレネルプリズムから成ることを特徴とする請求項 18 記載のディスプレイシステム。

【請求項 20】 緑のスペクトル分離されたビームがレンズアレー素子及び画素の光軸と実質的に平行になり、異なる色のビームが対応する色のデータを表示する画素を照射するように、少なくとも 2 つのカスケード結合されたマクロプリズム手段を含むことを特徴とする請求項 18 記載のディスプレイシステム。

【請求項 21】 前記素子が、所定の水平方向のピッチをもつ画素を含み、前記少なくとも一つのレンズアレーの各レンズアレー素子が前記素子上の画素の水平方向のピッチの 3 倍の水平方向のピッチを有することを特徴とする請求項 20 記載のディスプレイシステム。

【請求項 22】 少なくとも一つのマクロプリズム手段が緑のビームに実質的に平行な各色のビームを形成することを特徴とする請求項 20 記載のディスプレイシステム。

【請求項 23】 前記マクロプリズム手段が、前記レン

ズアレーにぶつかる前に、異なる色のビームを前記素子に向けて、互いに異なる角度で案内することを特徴とする請求項21記載のディスプレイシステム。

【請求項24】 前記素子と前記少なくとも1つのレンズアレーとの間に付加的レンズアレーを含み、前記付加的レンズアレーの各レンズ素子が色スペクトルの約1/3からの光を所定の画素孔に集束させることを特徴とする請求項18記載のディスプレイシステム。

【請求項25】 色スペクトルの範囲が、その選択されたスペクトル成分がどの画素孔をも通過しないように決定され、もって、その画素孔を透過するビームの供給又は特定の色形成を行うことを特徴とする請求項18記載のディスプレイシステム。

【請求項26】 複数のマクニール型偏光器であって、その各々が、偏光されるビームよりも小さく、互いに一定の関係で配列されたものと、出力ビームの部分の偏光面を選択的に変更するための手段と、

入射光を反対向きの回転偏光されたビームに分割するためのコレステリック-ネマチック液晶と、前記ビームを直線偏光ビームに変える1/4波長材料とから成ることを特徴とするフレネル偏光器。

【請求項27】 1つの選択された偏光面を有する出力ビームの部分に配設された半波長材料を含むことを特徴とする請求項26記載のフレネル偏光器。

【請求項28】 少なくとも2つの面をもち、各面が異なる波長でピークを示すコレステリック-ネマチック液晶でコーティングされていることを特徴とする請求項26記載のフレネル偏光器。

【請求項29】 少なくとも1つのレンチキュラレンズアレーと、入力ビームに平行な出力ビームを供給するための少なくとも1つの付加的反射器とを含むことを特徴とする請求項26記載のフレネル偏光器。

【請求項30】 前記付加的反射器がフレネルミラーから成ることを特徴とする請求項29記載のフレネル偏光器。

【請求項31】 少なくとも1つのレンチキュラレンズアレーと、

各々、平坦な1つの辺と1つの鋸歯状辺とを有する2つの部材であって、前記鋸歯状辺が互いに接しており、鋸歯状辺の間に誘電コーティングが施されているものと、入力側と、

前記入力側の1つおきの鋸歯面と反対側の反射面と、各反射面と各鋸歯面との間の1/4波長材料とを含むことを特徴とする請求項26記載のフレネル偏光器。

【請求項32】 各素子上の鋸歯が45/90度の三角形であり、一方の素子の各鋸歯の斜辺がその素子の平坦な辺に平行であり、且つ、他方の素子上の三角形の鋸歯が前記一方の鋸歯に対する負形状を形成し、もって、前記2つの素子が、その鋸歯状縁に沿って互いに密着して

いることを特徴とする請求項31記載のフレネル偏光器。

【請求項33】 光源と、画像が形成される素子と、前記素子と光源との間の前記素子の近傍に配設された少なくとも1つの入力レンズアレーと、少なくとも1つの入力レンズアレーが配設されている側と反対側の少なくとも1つの出力レンズアレーとから成り、光源の画像が少なくとも一つの入力レンズアレーの各々によって前記素子を介して、その素子の彼方の少なくとも1つの出力レンズアレー素子の近傍の領域に集束されることを特徴とするディスプレイシステム。

【請求項34】 前記少なくとも1つの入力レンズアレーと前記素子との間に配設されたもう一つの入力レンズアレーを含むことを特徴とする請求項33記載のディスプレイシステム。

【請求項35】 前記素子及び前記少なくとも1つの出力レンズアレーの彼方に配設されたもう一つの出力レンズアレーを含むことを特徴とする請求項34記載のディスプレイシステム。

【請求項36】 光源と、画像が形成される素子と、前記素子と前記光源との間の前記素子の近傍に配設された2重レンズアレーシステムとから成り、光源からの光が2重レンズアレーシステムによって前記素子の画素に導かれ、前記2重レンズアレーシステムの第1の入力レンズアレーの各素子が、前記光源の始めの画像を形成し、前記2重レンズアレーシステムの第2のレンズアレーが、始めの画像を画像形西洋前記素子の画素孔に集束させることを特徴とするディスプレイシステム。

【請求項37】 前記第2のレンズアレーの各素子が、前記画像形成用素子の1以上の画素孔に光を導くことを特徴とする請求項36記載のディスプレイシステム。

【請求項38】 前記光源の始めの画像の1つから出る光が前記第2の入力レンズアレーの1つ以上の素子を照射することを特徴とする請求項36記載のディスプレイシステム。

【請求項39】 前記第1及び第2の入力レンズアレーの素子が、前記素子の画素孔とほぼ同一の大きさを有することを特徴とする請求項36記載のディスプレイシステム。

【請求項40】 前記第1の入力レンズアレーの素子が、前記第2の入力レンズアレーの素子よりも大きいことを特徴とする請求項39記載のディスプレイシステム。

【請求項41】 前記光源の前記始めの画像の各々が、前記画像形成素子の画素孔と同じ大きさでなく、前記第2の入力レンズアレーの各素子が、前記最初の画像の正又は負に拡大された一つの画像を画素孔に集束させ、前記2番目の画像が前記画像形成用素子の画素と同じ大き

5

さであることを特徴とする請求項3記載のディスプレイシステム。

【請求項42】 前記2重入力レンズアレイシステムの第2の入力レンズアレイの素子が前記第1の入力レンズアレイの素子の画像を前記素子の画素に集束させることを特徴とする請求項3記載のディスプレイシステム。

【請求項43】 光源と、  
画像が形成される素子であって、所定の形状を有するものと、

前記画像形成素子を照射するビームを、そのビームの形状が前記画像形成素子の形状に実質的に適合するように成型することによって、画像の輝度を強化する手段であって、フレネル偏光器手段を含むものと、から成ることを特徴とするディスプレイシステム。

【請求項44】 前記強化手段が、照射光を対応する色の情報を表示する前記画像形成素子上の画素に導かれる異なる色の光に分解するための手段を含むことを特徴とする請求項43記載のディスプレイシステム。

【請求項45】 前記強化手段が、光のコリメーションを前記光源と前記素子の間に配設された入力レンズアレイ素子の許容角度に近づけるように増大させるための手段を含むことを特徴とする請求項44記載のディスプレイシステム。

【請求項46】 背面照射画面と、  
少なくとも1つの偏光器とから成り、強化された周囲光阻止性能を有する背面照射式偏光画面。

【請求項47】 光源と、  
三日月上のミラーを含み、その第1の焦点に前記光源が配置されている集光手段と、  
前記三日月上のミラーの第2の焦点から出る光を集めて、それを第3の焦点に誘導する集光レンズと、  
前記第1の三日月状面から外れた光を捉えるための第2の三日月状の面であって、第1の三日月面の第1の焦点から到来する光を前記集光レンズが集束する空間内の位置に導くように湾曲されているものと、  
第3の焦点の彼方であって、前記集光レンズから及び前記第2の三日月面からの光の全てをコリメートするためのコリメートレンズ、とから成ることを特徴とする光画像システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、広くはビデオ及びデータディスプレイ装置に関し、より特定すれば、新規の投射光学系に関連して能動マトリクスLCDなどのライトバルブを採用する改良されたビデオディスプレイシステムに関するものである。

【0002】

【発明の背景】 電子画像化技術の主流は、その創始以来、陰極線管(CRT)又はキネスコープであった。CRT技術は年々進歩してはいるが、幾つかの主要な欠点

6

がなお存在する。画像サイズはなお制限され、それが群観察を困難にしている。約30" (対角線計測法) より大きいCRT画像管はそのサイズ、重量、経費及び高真空を用いることによる破裂の危険などが存在する。また、高輝度を達成するため、危険な高電圧を用い、しかも人体に有害なX線や電磁波を発生するものである。

【0003】 CRT型ビデオディスプレイの画像品質は、カラー歪み、像歪み、地球磁場の影響による色不純性、及び色収差により低下するものである。さらに、CRTディスプレイは特に至近範囲において鑑賞されるとき、この種のTVディスプレイにおいて固有の走査線や不連続燐光ドット又は燐光ストライプなどのような視覚的要因に支配される。これらの視覚的要因は映画館におけるスクリーン映像より低い画像品質をもたらすものである。

【0004】 これらの欠点の幾つかを克服しようとして、他の形式の発光ディスプレイを開発する調査研究もまた多年行なわれてきた。すなわち、プラズマ、エレクトロミネッセント(EL)及び冷陰極燐光ディスプレイなどが、実施化には至っていないまでも最も有望な技術とされている。さらに、これら他の発光ディスプレイが成功したとしても、実用上において最新のCRTの輝度又はサイズを上回る利点を提供するか否かということとは疑問である。

【0005】 今日では、2"×3" 画像のポケットTVが電子多重又は能動マトリクスアドレス技術によりアドレスされる液晶ディスプレイを用いて実用化されている。しかしながら、直視用大画像の発生は今日なお解決されていない多くの問題を残している。単純な多重化はクロストーク(混信)のために十分な画像を発生し得ない。能動マトリクスはクロストーク問題を軽減するが、極めて多くの製造工程及び大表面積にわたって設けなければならない多数のスイッチング要素及び記憶要素を用いるため、直視用の大型、無欠点能動マトリクスディスプレイを製造することは不可能であり、超大型ディスプレイにおける経済性は実現できない状態にある。

【0006】 大型ビデオ画像システム、及び大型及び小型であって薄型の、すなわち“フラットスクリーン”画像システムに対する要求は、近年増すばかりであり、高解像度テレビジョン放送の出現により、急激に増加するものと予想される。近年においては、“投射型テレビジョン”が開発、及び市場化されている。しかしながら、このような投射型ディスプレイ装置は初期のビデオディスプレイシステムに関連する多くの問題を一層悪化させ、しかも、新たな問題も生じている。すなわち、投射型テレビジョンは標準直視型テレビジョンより高価であり、より多くの複雑性と、携帯に不便な重量及び大型化をもたらすものである。投射型テレビジョンシステムは、各々投射レンズを有する3基のCRTを用いる方式と、電子ビームにより走査される油膜を用いる方式の2

つに大別される。

【0007】CRT型投射システムは比較的薄暗い照明による視聴環境を要求するとともに、極めて限定された鑑賞角度しか許容しない高価な、特定のスクリーンを要求するものである。3個のCRTは青、緑、及び赤の三原色において画像を発生し、可能な限り輝度を高めるため、従来のシステムより高いアノード電圧により駆動されるが、この高いアノード電圧は管重量を短くするとともに、放射線による危険性や高電圧に基づく他の問題を大きくする。3個のCRT管はまた、危険な管破裂の確率を増加させる。アイドファア(eidophor)として紹介する標準オイルベース型システムは、比較的短寿命な3個の“被走査オイル要素”を有する。いずれのシステムにおいても、3組の光学素子を用いる全3個のカラー画像が観察スクリーン上に正確に収束されなければならない。この収束調整は色合い、飽和、垂直及び水平サイズ及び直線性、並びにピンクッション及びバレル歪みの極小化の調整などに加えて行なわなければならない。いずれのシステムにおいても、妥当な調整を行なうことは普通人の能力を越えたものである。正確なビーム収束は容易には行なうことができず、しばしば半時間にも及ぶ余分な調整時間を必要とする。これはシステムの回路性能における変動及びレンズの収差に基づくものである。また、プロジェクタ又はスクリーンが移動すれば、収束調整を再び行なわなければならない。

【0008】実験はレーザシステムにおいても行なわれた。これは画像をCRTの面(フェース)上に電子ビーム走査するのと同じ方法で画像を鑑賞スクリーン上に走査するものである。このようにして開発が進められたレーザシステムは、携帯するには大きすぎるし、使用及び維持にとっては極めて複雑で、しかも、高価かつ危険であって、大画像用としては余りに画像が薄暗いという欠点を有する。

【0009】上述した問題点を解決すべく多くの試みが実行され、その結果、幾つかの新たな“ライトバルブ”型システムが実験されるようになった。このタイプのシステムは理論的には所望の輝度を発揮し得る外部光源を用い、ライトバルブにより画像情報を伝達する光を変調するようにしたものである。実用可能なライトバルブシステムを開発するための調査研究は、基本的には異なった光学的、電子的、物理的及びその他の効果を使用することに結び付き、所望の結果を達成するために種々の物質を見だし、かつ製造することとなった。種々のライトバルブシステムの試みは、主として結晶(石英、カリウム二水素リン酸、リチウムニオブ酸塩、バリウムストロンチウムニオブ酸塩、イットリウムアルミニウムガーネット及びクロームオキサイド)、液体(ニトロベンゼン)などもしくは液晶(セマチック又はネマチック液晶)もしくは支持液中のイオドギニンスルフェートなどの懸濁粒子)もしくは1又は2以上の光学的効果を得るため

の他の同様な物質を用いるものである。ここに言う1又は2以上の光学的効果とは、偏光面の回転を生じ又は加えられた電解に基づいて物質の屈折率を変化させるような電気-光学的効果、磁界を用いる磁気-光学的効果、電気-歪み効果、ピエゾ光学効果、静電粒子配向、光伝導度、音響-光学効果、カラー写真効果及びレーザ走査誘導型二次電子放射などを含むものである。液晶ライトバルブを除いてこのようなライトバルブ装置は十分大きい絞り開口を有するものを経済的に製造することは不可能であり、製造品質においてしばしば有害かつ危険であり、製造品質において矛盾したものとなる。

【0010】全てのライトバルブにおいては、異なった領域は異なった情報又はアドレスを与えられなければならない。その結果、各領域を通じて異なった量の光が発生し、それは光ビームの全体にわたって完全な画像となるまで加えられる。ライトバルブの異なった画素(すなわち、ピクセル)をアドレス指定するための技術はレーザ又は電子ビームをその領域に向かって偏光させる方法又はその材料自体もしくはそれに近接して配置された導電路の小さな十字交差、すなわちマトリクスを使用し、そのマトリクスにおける前記領域を活性化するためにアドレス指定する方法を含むものである。走査ビーム方式においては、ガス排出及び物質の腐食に伴う問題が発生する。電気マトリクスシステムは、技術者に対する困難性として好ましい導電性を有する透明材料の上に、高精度な被覆を要求する。さらに、これらのマトリクスはほとんどの材料の与えられた領域を活性化するために必要な高電圧において、実施不可能な超高速スイッチング回路によって駆動されなければならない。

【0011】小領域をアドレスするためによく用いられるシステムは、しばしば電子多重技術として紹介される。電子多重技術は液晶などのような低電圧動作材料によってのみ好ましく作動するものである。この方法によれば全ての画素アドレスは導通グリッド状のx及びy座標である。与えられた画素領域を活性化するため、特定された種々の大きさの電圧をx及びy導体に印加し、それらが整合してともに閾値電圧を越えたとき、その領域を変調するようにしなければならない。このような多重化技術の主要な欠点は、その周囲領域が電解の影響を受けて、当該周囲画素に影響する誤データを生じ、コントラスト及び解像度を低下させたり、カラー飽和及び精度の低下をもたらすようなクロストークの発生である。クロストーク問題は解像度が大きくなると、増大する。これは液晶材料が印加電圧に対して平等に直線応答するからである。全画素は同一システム内において互いに繋がっているため、これらは部分電圧を与えられ、したがっていずれか一画素がアドレス指定されたとき、部分的に活性化される。液晶混合物には非線型材料を添加することができる。しかしながら、これはクロストークが画像品質を顕著に低下させる約160ラインの解像度を上

回る解像度を許容するものではない。

【0012】ある時間において、アドレスされた画素以外の全画素をマトリクスから選択的に切り離すようにした“能動マトリクス”ライトバルブはディスプレイにおける画素又はレンズに関係なくクロストーク問題を排除するものである。近年、能動マトリクスディスプレイは画素を切り離すためのスイッチング要素としてトランジスタ、ダイオード又はイオン化ガスを用いることにより行なわれている。

【0013】液晶ライトバルブは極めて小さい持続性を有し、一画素又は画素ラインは一時的に活性化されるため、全ての画素がそのとき“オフ”になってから、究極的に観察されるためには、スクリーンに実質上わずかな光を投射しなければならないことになる。この特性は光を浪費し、コントラストの悪いぼやけた画像を生ずるとともに、このぼやけた画像を補償するための高輝度光源を用いることにより多大の熱を発生することになる。高リフレッシュ速度はそれがより高速のスイッチング時間及び応答性を有する材料を要求するため、実現困難である。

【0014】しかしながら、能動マトリクスディスプレイは各画素に接続されたコンデンサなどのような記憶要素をも用いるものである。これは各画素が適当な電荷を維持し、これによってその画素がアドレスされてシステムから切り離された後に、妥当な透過率を維持させるものである。したがって、各画素は全ての時点において、正確な量の電荷“オン”を維持する。これは光のスループットを増大させるとともに、フリッカー（ちらつき）を制限するものである。

【0015】高輝度ディスプレイを実現するために高ワット光源が用いられる場合、感熱性はその度合いに応じてコントラストとカラー忠実度とを低下させることになる。カラーフィルタ及び偏光子（もし、使用されるならば）による高強度光の吸収は、赤外線がほとんど又は全く存在しない場合でさえこれらの素子の発熱をもたらして、画像品質を低下させ、さらには、ライトバルブに損傷を与える危険すら存在する。一般冷却機構の使用は有害なノイズを発生し、必要な音響ボリュームを小さく絞った比較的脆弱な環境においては重大な問題となる。

【0016】ライトバルブ投射システムの別の固有の問題は、フレームの各画素がアドレス回路又は物理的構造を含む不透明な境界により包囲されるという事実に関する。これは画素を視界的に不連続にし、映像を不都合に粒状化させ、近距離又は大スクリーンによる観察における不快感を増すものである。この問題は、単一のフルカラーライトバルブが用いられる場合に、より増幅された形となり、各画素における個々の赤、緑、及び青色要素が収束もしくは混合されないまま観察者に対して露呈される。

【0017】したがって、小型ライトバルブによる投射

は、大型の高輝度像を生成するための最も実際的かつ経済的な方法を提供するものである。しかしながら、このようなライトバルブプロジェクトは今日に至るまでなお幾つかの欠点を有している。これらの欠点は少なくとも4つの範疇に大別される。すなわち、

- 1) ライトバルブにおける制約
- 2) 光源上の制約
- 3) 光学系の非効率性、及び
- 4) スクリーン性能の脆さ、である。これらの問題は“薄型輪郭”を有する装置から小映像又は大映像を大投射像として表示できるような実用的な高品質ディスプレイシステムを容易に製造し得るように解決されなければならない。

【0018】従来技術におけるビデオディスプレイシステムに関する上述した問題点及びその他の問題点に着目して本発明は通常照明の部屋又は周囲光の多い環境においても、広い鑑賞角度から歪みを生ずることなく高品質及び十分な輝度を有する極めて大型のサイズ調整可能なビデオ映像を提供することを目的とするものである。

20 【0019】さらに、本発明の1つの目的は、特別に構成されたLCDライトバルブなどのようなライトバルブ装置と、長寿命で高輝度、かつ平均的な発光性、及び色温度を有する独立した光源と、正面又は背面投射のための高効率の新規な光学系を用いたビデオディスプレイシステムを構成し、これを過大な熱又はファンノイズを生ずることなく作動させることである。

30 【0020】本発明の別の目的は、高解像度及び高コントラスト（すなわち、ストライプ、画素又はラインの現出を排除すること）を有し、かつ高精度の演色性（CRTのそれに等しいか、又はそれ以上のもの）を有するシステムを提供することである。

【0021】本発明のさらなる目的は、フリッカー及びグレアを排除し、カラーピークを鈍化させることにより眼精疲労を少なくするようなディスプレイ方式を提供することである。

40 【0022】本発明のさらに別の目的は、長期間点検不要（メンテナンスフリー）であって、長い動作寿命を有し、所望に応じて特別のスクリーンと併用することができる比較的低価格で量産可能な小型軽量の可搬システムを提供することである。

【0023】本発明のさらに別の目的は、鑑賞に先立って焦点整合又は他の困難な調整を必要としないシステムを提供することである。

【0024】本発明のさらに別の目的は、放射線の発生及び管破裂の危険を大幅に低下させたシステムを提供することである。

50 【0025】本発明のさらに別の目的は、特別のスクリーンを必要とすることなく、壁面又は天井面に容易に投射し、かつ比較的広い鑑賞角度において快適に鑑賞することができるシステムを提供することである。

【0026】本発明のさらに別の目的は、三次元投射可能なシステムを提供することである。

【0027】本発明のさらに別の目的は、CRTに関する欠点である量産性、かさばり、高電圧、及び放射線と管破裂の危険を克服し、かつ三次元CRT投射システムにおける収束の困難性を解決したシステムを提供することである。

【0028】本発明のさらに別の目的は、像コントラスト、カラー再現性、解像度及び収率を増大させるとともに、カラー画素の視認性、フリッカー、感熱性、画像アーティファクト、システム冷却ノイズ及び非結像光の浸出性を低下させ、さらにはライトバルブシステムのコスト及び複雑性を減少させることである。

【0029】本発明のさらに別の目的は、輝度効率、平均輝度、及び色温度を増大させるとともに、管寿命を長期化させ、かつ電源の重量及びかさばりを減少させることにより従来の光源に関する制約を克服し、かつ改良したシステムを提供することである。

【0030】本発明のさらに別の目的は、集光性の改良、色選択及び偏光に基づく光損失の減少、ライトバルブの絞り開口比損失、及び他の非結像光損失の減少を含む新規のシステムを提供することである。

【0031】本発明のさらに別の目的は、光吸収を減少させた特別のスクリーン材料を使用して性能を向上させること、レンティキュラー・レンズ・パターン像の劣化とオフアクシス（軸外し）投射歪み及びオフアクシス輝度低下を減少させること、そして、グレア及び像視認性に対する周囲光の影響を減少させることを含む新規のシステムの提供にある。

【0032】さらに、本発明のいま1つの目的は、投射距離内における無駄な空間の極小化及び三次元投射を可能にしたシステムを提供することである。

【0033】本発明のその他の目的もまた、以下の説明から明らかになるであろう。

【0034】

【発明の要約】後に明らかになるであろう本発明の全ての目的は、“能動マトリクス”を用い、そのマトリクス中の液晶要素の各々を電子的にアドレス指定及び活性化することにより画像形成するための液晶ディスプレイ（LCD）装置などのようなライトバルブを採用した“高効率ライトバルブ投射システム”により達成される。マトリクスはセパレート型のトランジスタ又は他の適当な材料が各画像（ピクセル）を制御すべくそれらに近接して配置され、各画素のためのビデオ信号をストアすべくコンデンサなどのようなストレージ要素を用いることにより“能動”素子となる。システムはさらに、ライトバルブを照射するための光源と、光源からの光を平行に（コリメート）するとともに、光スルーput効率及び投射像の品質を改善する光学系、及びライトバルブから鑑賞面上に画像を投射し、かつ結像するためのレンズシ

ステムを含む直接投射光学系を具備している。

【0035】本発明の一実施例における重要な局面は、それらの間に間隔を有するフルカラー画像を形成するために単一の多色化LCDから3素子カラー画素を重畳するようにした二色性ミラーシステムの使用にある。

【0036】本発明の一実施例における別の局面は、画素間のスペースを充満させることである。これらのスペースは4ミラーシステムを用いて充満させることができる。第1のストリップミラー対は各画素を複製し、その像は画素間に予め存在するスペース中に水平に移入される。第2のミラー対は新たに発生した画素列を複製し、原画及び複製画素像を垂直に移動させて画素間の残りのスペースに充満させる。

【0037】隣接画素間のスペースを充満させるための他の方法としては、拡大用レンズアレー及びコリメートレンズ又は第2のコリメートレンズアレーを用いて各画素の個々の像を拡大し、かつ平行化する方法が存在する。

【0038】本発明は、以下図面を参照して説明する詳細な説明により好ましく理解されるであろう。

【0039】

【実施例の詳細な説明】本発明は「高効率ライトバルブ投射システム」を指向するものである。このシステムの全体はビデオディスプレイシステムの問題点を克服して前述した目的を達成するために創出されたものである。

【0040】CRT問題を巡る最も有望な技術は、ライトバルブ技術である。この技術は外部光源及び“ライトバルブ”を使用する。ライトバルブは光源の光を変調して光ビーム上に画像又はデータ情報を載せ、その結果、ビームは鑑賞面上に投射される。ライトバルブ投射システムは、CRT投射システムと同じ思想を用いて構成され、しかも、CRT投射システムより高輝度の像を生成することができる。このようなシステムは黒白像、単色像、又はフルカラー像をディスプレイするためにも構成される。

【0041】周知のライトバルブ・ビデオディスプレイシステムの1つは、CRTに関する問題点を解決する上での最大の可能性を示しており、それは透過又は反射モードにおいて用いられるアドレス用導通マトリクスであって、液晶の偏光/回転、複屈折又はスキャタリング（散乱）を利用することである。しかしながら、電子多重化技術を用いる最新のビデオディスプレイ設計に関しては、それにまつわる問題を排除するため、種々の変形を行わなければならない。LCD技術は現時点においては好ましいものであるが、本発明は、一般にライトバルブ技術に適用可能であり、広い観点において翻訳されるべきである。

【0042】図1は赤ディスプレイ用の1つ1110と、緑ディスプレイ用の1つ1111と、青ディスプレイ用の1つ1112からなる3個のライトバルブを示し、各ライ

13

トバルブは適当なカラー光源 100, 101, 102 の光により照射される。光源 100 からの赤色光は集光レンズ 120 により集光され、コリメート光学系 130 により平行化されてから投射光学系 140 により赤色像をスクリーン 150 上に投射結像する。同様に、緑、及び青色像も投射されて、スクリーン上に収束し、これによってフルカラー像が形成される。しかしながら、このフルカラーシステムの不利益はプロジェクタ又はスクリーンが移動すれば、像を収束するために光学系を必ず調整しなければならないことである。本発明において、この収束の必要性は図 2 に略示するような二色性ミラー及び単一投射レンズを用いることにより排除される。ライトバルブ 200 からの赤色像情報は正面ミラー 201 から反射されて二色性ミラー 204 に入射し、ここで、赤色光は反射されるが、赤及び緑色光は通過する。LCD 220 からの青色像情報は正面ミラー 202 から反射されて二色性ミラー 203 に入射し、ここで、赤色光は反射されるが、緑色光は通過する。反射光はさらに二色性ミラー 204 を通過する。このようにしてスクリーン 206 上には投射光学系 205 により完全整合したフルカラー像が投射される。収束は常に完全であり、プロジェクタ又はスクリーンの再位置決めには影響されない。本発明は収束問題を緩和する CRT プロジェクタを形成するために適用し得る。

【0043】画像が赤、青及び緑色画素のモザイクであるべき場合、各画素はその原放送輝度並びにその演色性を再現するための正確な電流量を受け取らなければならない。電子多重化技術を用いる現在の LCD TV ディスプレイは十分な使用画像を生成するものではあるが、そのような画像が大画面に投射されるときは透過光はゼロにはならないため低コントラストを生ずることになる。さらに電子多重化技術によれば近接画素に対するクロストーク及び電子的“滲出”が解像度及びカラー忠実度を減少させることになる。また光が浪費されるため各画素が走査フィールドの一部でのみオンに転じられる状況下では、画像は薄暗い現れ方となる。画像は十分にリフレッシュされにくい、フリッカ及び輝度光源は LCD の残光に左右される。しかしこれは調整不可能である。

【0044】上述した問題を解決するため、本発明のシステムは各画素をアドレスするために用いるデータをストアするライトバルブを用い、これによってそのライトバルブの画素を所望の時間内だけ活性化し続けようとするものである。所望の時間とは新たなデータが受信され、その画素について異なった値が指示されるまでである。データは種々の手段によりストアされるが、好ましくはコンデンサに電荷として蓄えられるべきである。このコンデンサは、それが充電された直後において放電路を分離するようにその充電回路から切り離されるようになっている。

14

【0045】回路分析によれば、所定の画素がその X 及び Y 導体を通じてアドレスされるときそのアドレス電圧の 1/3 は他の画素にも現れるということを示している。液晶材料が好ましい直線性を有しておれば、これは誤データによる不適当な画素の部分的活性化を生ずることになる。これは液晶がその閾値電圧を高めることにより活性化されることを制限する手段を付加するか、電圧の非直線性に応答させるようにするか、又は回路からその画素をアドレスさせるときまで切り離しておくスイッチング機構を付加することにより軽減することができる。これを実行する好ましい方法は各画素に“スイッチ”を加え、“能動マトリクス”アドレスシステムとして知られたものを構成することである。

【0046】例えば図 18 に示す通り、インジウム酸化錫などの透明導通物質からなる X-Y 画素マトリクスはガラス容器の内面に被覆され、その容器内には液晶物質 1800 が充填される。一表面上の所定の水平列における各画素はリザーバ 1810 内のヘリウムなどのようなガスと接触するように配置される。このリザーバ 1810 はそれをイオン化して列内の画素電極に電流を流す通路を生ずるための閾値電圧を必要とする。対向するガラス板上に対応する画素電極 1820 は、例えば垂直ラインに沿ったビデオ信号入力に接続される。電圧が閾値に達すると、第 1 ガラス板上の所定の列におけるガスがイオン化される。対向ガラス板上の対応する画素電極につながる垂直列に供給されるビデオ信号はそれらに画素電極を充電し、ガラス板間の液晶物質はコンデンサを形成する誘電体として作用する。その直後においてガスをイオン化するに必要な閾値電圧が除去されると、水平列に沿って必要量の電荷を蓄えた画素電極コンデンサは蓄積データを置換すべく新たなデータが受け取られるまでその列に沿った液晶物質の分極回転を維持する。

【0047】選択的に“能動マトリクス”は各画素に隣接して薄膜トランジスタを被覆し、各画素においてストレージ素子を用いることによっても構成することができる。各トランジスタはそれをオンに転じて対応する画素にビデオ信号電圧を伝達するためのゲート信号を受信するまでトランジスタがゲート信号を除去するかによりオフに遮断されると、ガス電極はそれらの間の液晶とともに電荷を蓄積するコンデンサとして作用する。これにより液晶物質の活性状態は新たな信号によって変化させられるまで維持される。液晶物質の充電漏れが大きすぎる場合には電荷を維持するために余分のコンデンサを付加することができる。

【0048】このようにして各画素はアドレスされて、オンに転じられ（光の透過又は反射による）、さらに次のフレームのためにデータが送り込まれるまで維持される。このシステムによればフリッカーは進行走査方式により画像と同様に制限することができる。各画素は次のフレームにおける画素の透過又は反射に関する適当なレ

ベルまで直ちに变化し、フレームの全長についてオンとなる。各画素が全ての時点においてオン（所望量）になると外部光源からの光のスループット特性は最大まで高められる。半導体物質の最新の被覆技術を、能動マトリクスなどのような大量素子生産に用いることができる。同様にLCDのようなライトバルブの能動マトリクスアドレス技術に加えて電子走査アドレス及びレーザ走査アドレスを含む他の方法もまたプロジェクタ内のライトバルブにおいて用いることができる。

【0049】ライトバルブは直接投射光学系の関連において用いることができる。本発明の一般概念は図17に略示されている。この構成は光ビームを放出する光源1700と光ビームを平行化するコリメート光学系1710を含み、後者の光学系はビーム反射用の球面又は放物面鏡1720と、ビームを前方に収束する集光レンズ1730と、ビームを再び平行化するコリメートレンズ1740からなっている。ライトバルブ（又はライトバルブ群）1750は平行ビームによって照射され、その上にフルカラー光学像を形成する。次に投射光学系1750はこの像を鑑賞面1790上に結合する。投射像の品質を改善するため三原色の画素を重ね合わせるためのサブシステム1760が用いられ、各画素間にスペースを有するフルカラー画素が形成される。また画素間のスペースに充填を生ずるためのサブシステム1770が用いられる。

【0050】薄膜トランジスタの被覆により形成された能動マトリクスライトバルブもまた重大な欠点を有するものである。すなわち、微小区分寸法や、多くの被覆層及び導电路、トランジスタ及びこの種ライトバルブにおける他の特徴による高密度性のために短絡や開放が生ずる機会が多いということである。単純な欠陥は画素の全列を永久的にオン又はオフにするという、スクリーンに投影された欠陥が極めて顕著であって、受入れ難いためにディスプレイシステムの全体を使用不可能とする場合がある。したがって、ディスプレイの解像度及び／又はサイズの拡大と、許容し得るディスプレイコストの急激な増加などとしてディスプレイ収率が際立って低下することになる。したがって、各画素におけるトランジスタの冗長化及び導体通路の冗長化、並びに短絡したトランジスタ又は通路を除去するためのレーザの使用などの技術がこのような欠点を補償するものとして工夫されてきた。しかしながら、これらの技術によっても多くの欠点はなお改善されず、低収率及び高コストの状態がなお続いている。

【0051】本発明の2つのディスプレイ技術は適当なディスプレイドライバと背中合わせの関係であり、これは収率を高めるとともに、能動マトリクスディスプレイを製造するコストを低減させるものである。図19に示すように、各ディスプレイ1910、1920の分離配置は、その比較的少ない不正確な欠点1911及び19

21のため、それぞれ受入れ難いものではあるが、2つの拒否されたディスプレイは、1つの欠点は他の欠点に対応しなくなるところで結合される。2つのディスプレイにおける出力面又は入力面は90°のねじれ角を有する（但し、半波長板がそれらの間に配置されていなければ）通常のLCDにおいて互いに対面しなければならない。この方法において、例えば第1のディスプレイにおける入力面に入った垂直偏光は、電流が供給されなければ液晶物質によって90°回転させられ、水平偏光として現出する。それはここで第2のディスプレイにおける出力面に入り、液晶物質によって回転させられて垂直偏光となり、第2のディスプレイにおける入力面から補償される。その結果、ディスプレイ間に偏光子を配置する必要はなくなる。

【0052】本発明においては、透過性ライトバルブが好ましく用いられるが、反射性ライトバルブであっても同様に用いることができる。活性化媒体として液晶を用いるとき、ねじりネマチック効果は光を変調して満足な像を生ずる最も一般的な方法を提供する。しかしながら、ねじりネマチック効果の利用は反射性ライトバルブにおいてはよく作用しない。これは（例えば、垂直方向において偏光した）偏光がライトバルブに入射して、90°回転し、背後の反射器に達してねじりネマチックセルを通過する第2の時点においては、90°逆回転する。かくして、光は初期偏光とともに優勢的に補償される。液晶物質に印加されるべき電圧信号が存在するとき、ネマチック液晶はセル面に、電圧に応じたある角度で交差するようになり、光に関するそれらのねじり配向性を失う。したがって、セルに入射した光はこれを通過してから光路を変えることなく折り返される。したがって、電圧が印加されるか、又は印加されない状態において、光はねじりネマチック効果によって影響を受けない反射性セルから出現する。

【0053】反射性液晶セルは、液晶のスキヤッターリング又は複屈折を利用して動作するものである。反射性能動マトリクスライトバルブは多くの方法により構成することができる。例えば、単一のシリコンチップを従来の、例えば1970年にヒューズにより提案されたようなシリコンチップ製造技術を用いて能動マトリクスとして形成し、そのシリコンチップ上にアルミニウムなどの金属材料からなる反射性画素電極を形成する。セルの対向面は透明インジウム酸化錫からなる画素電極を有するガラスより形成することができる。

【0054】スキヤッターリング効果（図20参照）を用いることにより、セル2000に入射した光は鏡面反射背面に達し、例えばシュリーレン型（Schlieren type）光学系におけるような絞り開口2010を通過して収束されるために、そのセルから反射される。電圧が与えられた領域に印加されると、光は電圧に比例して散乱し、それが絞り開口を通過してスクリーン2020

上に結像されることを阻止する。液晶分子の複屈折を利用するため、セルは印加電圧に応じて液晶双極子をセルの面に平行するか、又は直交し、場合によってはその中間の角度で配向されるように構成される。この場合、分子がセルの面に直交して配列されたセルに入射した偏光は、その不変の偏光状態により背後反射面から反射された後、そのセルから放出される。しかしながら、双極性分子がセル面に完全に、又は部分的に平行する場合の妥当なセル厚さによれば、液晶分子の複屈折性は液晶物質をして可変効率の1/4波長板の如く作用させる。かくして、そのような反射性セルへの入射及び出射経路を辿った後、偏光はその偏光面を印加電圧に応じてある角度(90°まで)だけ回転させる(セルを通る二重通路はそのセルを半波長板として作用させる)。

【0055】必要な投射光を光源球により発生した熱及び赤外線は解像度及びコントラストを低下させるとともに、カラー歪み及びグレー歪みの発生源となり、ライトバルブに損傷を与える場合がある。熱及び赤外線、そして光はライトバルブをガウス分布状に照射し、そのライトバルブの中央に“ホットスポット”を生じさせる。損傷が限界にまで達していなくても、ライトバルブが拡大してそれを通過する間隔時間を増加させるため、やはり画像の劣化を生じることになる。偏光回転効果が用いられる場合、ライトバルブを通過する光の偏光面の回転が変化してコントラスト、解像度及びガウス分布におけるカラー及びグレーレベル演色性を犠牲にする。

【0056】ライトバルブの発熱による有害な効果を処理するために幾つかの工程が実施される。まず、ライトバルブを含む全ての光学系は、例えばパワートランジスタにおいて行なわれているような大放熱手段に対し、好ましい接触状態で取り付けられるべきである。ライトバルブ窓を含むシステム中の光学系は極めて高い光学品質と高い熱伝導性を有するダイヤモンド及びサファイヤなどのような物質から形成されるか、又はそれらを被覆される。さらに、全ての光学系は赤外線(IR)スペクトルを反射するために二色性反射器において実施されているような適当な厚さの材料の被覆を行なうことができる。赤外線反射ミラー及び吸熱カラーは光路中において用いることも可能である。さらに、容器中に収容され、指数整合(index-match)した高沸点流体からなる液体又は気体(流体手段)をさらなる冷却用として用いることができる。この流体は収容された領域内において静止又は循環し、かつ被冷却要素と接触するように配置される。選択的に透過光学素子に代えて、金属光学素子からなる反射光学素子を用い、これらをさらなる放熱のために利用して赤外線波長の反射を抑制する(これは赤外線非反射被覆を伴う)。

【0057】当然ながら、非反射被覆を光学面の全体に適用してそれらの表面反射に基づく不都合を減少させることができる。このような表面としてはレンズ、ホット

ミラー、吸熱器、偏光子、プリズム及びLCDなどのライトバルブの表面や、さらには、ライトバルブのガラス面の内面を含み、ガラス-I TO境界ガラス-液晶境界、I TO液晶境界等々における反射を減少させる。

【0058】冷却ファンはライトバルブ並びにシステムの他の要素を冷却するためにも用いられる。特定点(スポット)に対する冷却を行なうためには、ダクト及び細管が用いられる。しかしながら、ファンはノイズ問題を生じ、これはシステムのオーディオボリュームが特に小室において低レベルに維持されている場合には重大な欠点となる。このようなノイズを抑制するためには、ファンと、例えば本発明の種々の要素のためのハウジングの出口との間にエアバッフルを用いることができる。図16はプラットフォーム1620上に配置されたファン1600を含む騒音抑制システムを示している。気流ブロッカ1630は空気が出口1640を通過してハウジングから排出されるまでにそれを湾曲通路に沿って偏光及び進行させる。空気及び音響を反射する表面は吸音物質により被覆されており、これによって視聴環境に入るノイズを大きく低下させることができる。ある種のノイズは出口1640においてなお存在するため、ノイズ減少のためにさらなる手段が設けられる。この手段は残りのノイズを拾って増幅器に送り、そこでノイズの位相を180°反転させるためのマイクロホン1650である。位相反転されたノイズはスピーカ1660から再生される。増幅器のボリュームと、位相を適当に調整することにより、残りの気になるノイズは実質的に減少して実用上聴取されなくなる。

【0059】用いられる光源の輝度及びシステムの物理的及び経済的制約に応じて幾分かの無視し得ないガウス分布状熱パターンがライトバルブに止まり、全熱量が時間とともに蓄積される場合がある。したがって、この問題を除去することに関連して、例えば電子的なアプローチが試みられる。温度効果と反対の方向に電界を変更することはこのような熱効果に基づく歪みを実質的に排除するものである。これは偏光面の回転角度がそれを通すライトバルブの厚さだけでなく、加えられた電界の大きさにも左右されるからである。この結果、ライトバルブの全体を通じて均一な性能が補償される。このようなシステムは異なった画素に対して異なった態様で印加され、ライトバルブを通じてガウス分布状パターンにおいて分布するバイアス電圧を利用するものである。ライトバルブに配置されたサーミスタ又は他の温度検出装置は、全平均ライトバルブ温度を監視して温度が変動するときのガウス分布状バイアス電圧を調整するものであり、これは電子帰還回路を用いて行なわれる。より正確な温度制御のためには、サーミスタ型装置が画素間のスペース中において各画素に隣接して配置され、これによって各画素の熱補償バイアスを独立して制御するものである。

【0060】“能動”マトリクスは投射像における輝度を多重アレーより高くし、かつ与えられた輝度レベルにおいて発生する熱を少なくするものである。このようにして各画素を個々にアドレスすれば、クロストークを除去することができる。しかしながら、全ての導通路、トランジスタ及びコンデンサは画素間における実質的な“デッドスペース”（死空間）を発生する。これらのデッドスペースは一般に隣接画素からの電界が互いに混合して誤データを発生し、色コントラストを低下させるとともに、色混合を歪ませるような“オーバーラップ領域”に存在する。これらの領域上に不透明、黒色、反射性又は他の被覆を施すと、それらは少なくとも次の3つの効果を発揮する。すなわち、まずそれはスクリーンに向かう光路から不正確に変調され、もしくは変調されなかった光の通路を遮断し、第2に半導体を強力な光と熱の照射に基づく損傷から保護し、第3に画素の放電機会を減少させるものである。被覆された領域は画素サイズの分程度である。

【0061】フルカラーを発生する投射システムにおいて、3個のライトバルブを用いることに代えて、単一のライトバルブを用いたフルカラー投射システムを構成する幾つかの方法も存在する。単純で小型、かつ廉価なフルカラービデオ投射システムは、単一の“フルカラー”ライトバルブを用いて構成することができる。投射方式を用いない従来のフルカラー直視ビデオディスプレイは、単一の“フルカラー”を用いて構成されたものであった。しかしながら、このようなシステムの画像は投射により拡大されると、これまでに述べたような幾つかの問題が顕著に発生したわけである。

【0062】標準CRT型TVシステムでは赤色、青色及び緑色画素データがCRT面上の近接する赤色、青色及び緑色燐光スポットに送られる。同様に直接鑑賞型フルカラーLCD TVシステムでは赤色、青色、緑色画素データがLCDの近接領域に送られる。これらの領域がその後赤色、青色及び緑色フィルタで被覆され、これらのLCD画素エレメントを通過する光が適当な色彩を帯びる。図15aは一定の色彩の画素が互いに上下に配置され、垂直のカラーストライプを生じさせるカラー画素の簡単な構成を示す。3つの水平方向に近接する画素領域が画素三つ組を形成し、これは実像からの単一のフルカラー画素を表す。図15bはカラー三つ組の3つの画素が三角形を形成するよう配置される画素の他の構成を示す。好ましい単一のライトバルブの実施例では、このようなフルカラーライトバルブを図17の位置1750に配置し、フルカラー像を生じさせることができる。

【0063】一実施例では単一のライトバルブ2100を3つの部分に分割することができる。例えば赤色の像を生じさせライトバルブ板2110の左1/3を電子的にアドレスすることができ、像の緑色の要素に対応する電子データがライトバルブ2120の中央1/3をアド

レスし、像の青色の要素を表す電子データがライトバルブ2130の右1/3をアドレスすることができる（図21）。このような3つの像からの光をその後オーバーラップさせ、投射光学系に通し、スクリーンに投射することができる。投射レンズ2220は一定の焦点距離をもつため、それを各カラー要素の像からその焦点距離だけ離れるよう配置せねばならない（それは各像から光学的に等距離でなければならない）。これを幾つかの方法で達成することができる。1つ又はそれ以上のレンズ系をライトバルブ2100の後方に配置し、3つの像が異なる光路を横切っても3つの像の内の1つ又はそれ以上の焦点を同一の投射レンズに通し調節することができる（図22参照）。例えば補正レンズ2201を反射路に対する直線進路の距離の差に補正することができる。これに代えて例えば図23に示されているように、進路の長さを適当なミラーによって整合させることができる。更に好ましくは、図75に示す構成を採用することもできる。図75において、符号7510、7520、7530、7540は、ビームを反射させるための第1面ミラー又はプリズムを示し、符号7550、7560は、ダイクロイックミラーを示す。画像形成素子からの光は、レンズ7580によって拡大され、所望の拡大率の画像を形成する。角度を正しく（例えばA1を67.38度に、A2を36.87度に）設定すると、全てのビームが等しい光路を通り、1つのフルカラービームに合体する。画像形成素子は、種々の態様に、又は、例えば水平方向の複数の部分に2分割した一方を更に2分割するなどして複数の部分に分割できることは言うまでもない。前述したように、反射ライトバルブを含む反射光学系を使用し、フルカラービデオ像を生じさせることができる。単一のライトバルブをもつこの形式のセットアップの一例が図24に示されている。

【0064】このセットアップでは光源2400からの光が集光光学系2410によって集められ平行化される。四分の一波長板2420を通過した後、光がマクニールビームスプリッタキューブ2000に入る。S偏光がキューブの内面から前面ミラー2430に反射する。これがS偏光を反射させ、キューブ、四分の一波長板、集光光学系及び電球に戻し、四分の一波長板に戻る。この時四分の一波長板を2回にわたって通過したS偏光が90°回転しP偏光になる。それはキューブを通過することができ、面偏光がなされる場合であっても使用することができる。

【0065】二色性ミラーセットアップ2440が光を赤色、緑色及び青色ビームに分割しこれが進路等化ミラー2450から反射し、ライトバルブ2100の3つの部分を照らし、それが3つのカラー要素の像をもってアドレスし、その光がライトバルブから反射し、その進路をマクニールプリズムまで戻す。投射される像に現れる光はライトバルブによってP偏光からS偏光に変換され

る。したがってそれがキューブの内面から反射し、投射レンズ2220を通りスクリーンに出る。非結像光はP偏光されたままであり、キューブを通過しシステムに再入射し、幾らか明るい投射像を照射させる。後方にミラーを有する複屈折透過ライトバルブをこの構成に使用することもできる。

【0066】普通のLCDSではカラーフィルタがLCDのキャビティ内に配置される。これが必要であるのは実際のLSDの画像とそれに色彩を帯びさせるカラーフィルタの物理的位置の差が視差を生じさせ、直接鑑賞型LSDを正面からある角度ずれた位置で見るとき、それが非整合または非補正カラーとして認められるからである。

【0067】LSDを形成するカラー板間の空間は代表的には10ミクロンよりも小さいため、カラーフィルタの配置に高い程度の厚さ制御及び薄いコーティング厚さでのカラー透過率及び全体の透過率の均一性が要求される。これに加えて高い効率のフィルタ作用を使用し、カラー板間の空間と同程度又はそれよりも大きいコーティング化学製品に汚濁微粒子が生じないようにせねばなら

ない。

【0068】しかしながら、投射は光がライトバルブを実質上あらゆる視差誤差を除去する平行の方向に通過する場合であってもライトバルブを実質上平行化された光で照らし、あらゆる角度からスクリーン上に見ることが出来るユニークなシチュエーションを提供する。これはフルカラーライトバルブを投射に使用すると、厚さを正確に制御する必要のない外部カラーフィルタを使用することができるということを意味する。ライトバルブの外側に配置されているとき汚濁のリスクが減少し、その目的のためのライトバルブの複雑性及び製造コストが減少する。“フルカラー”ライトバルブを使用すると他の問題が生じる。それは小さいディスプレイには重要ではないが、大きい像のとき大きい問題になる。この問題は低いコントラスト比率及び低い色彩忠実度を生じさせる。この問題を理解し補正するためフルカラーLCDのディスプレイの作用を分析せねばならない。次にこの問題の性質を説明する。電圧が印加されず与えられた波長

( $\lambda$ ) のための液晶の厚さ( $d$ )をもつツイステッドネマチック液晶装置から透過される光度(TI)は屈折異方性( $\Delta n$ )及び液晶ツイスト角( $\Theta$ )によって決定される。これらのパラメータの値が稀に同時に組み合わせられるときに限りTIをゼロにすることができる。これは波長( $\lambda$ )及び与えられる液晶の厚さ( $d$ )の特別の組み合わせを除きゼロの透過強度又は真の“黒”は生じないということを意味する。したがって異方性ツイスト角及び液晶の厚さが決まっている場合、これらがLSD(幾つかの平板間の液晶からなる)などの通常のライトバルブ内にあるとき、一つの色彩だけを黒にすることができる。電圧が印加され光の回転が変化すると、その後

異なる色を黒にすることができる。この非直線性が全ての色の真の黒の可能性を除去し(したがってコントラストを制限し)、認められる色彩が付加的に生じるため、これが真の色彩の忠実度を除去する。

【0069】この問題を説明するため図10のダッシュ曲線が一定の厚さをもつ標準フルカラーLCDの可視スプリングに対する透過強度を示す。図11のプロットAは電圧に抗してプロットされる均一の厚さのフルカラーLCDに使用される3つの波長に対する非直線透過率の変化を示す。例えば赤色の透過率が最小であるとき、青色の透過率は10%以上であり、緑色の透過率はおおよそ5%である。真の黒がないときコントラスト比率が低く、これが現在のLCDSの大きい問題の1つである。この問題を解決するため、前述した変数の1つを変え、一定の信号電圧のための望ましい透過率が得られるようにせねばならない。これは画素を電子的にバイアスすることによってなすことができ、それがカラー要素の2つ(赤色及び緑色など)に対応するデータをもってアドレスされる。これは赤色及び緑色画素を通る正味の透過率を生じさせ、信号電圧がどのパネルにもないとき青色パネルの透過率が均一化される。(d)を適正に選定すると全てのカラーが最小になる。

【0070】これに代えて液晶の厚さ(液晶を包むプレート間のスペース)を各カラーフィルタで選定しゼロ(信号)ボルトにおいて的確な回転がそのカラーフィルタによって透過される特定の波長のための偏光に与えられる。これをカラーフィルタの3つのセットのそれぞれになすことにより、電圧を印加しなくても各カラーの最小量の光が透過される。これはより黒い黒を提供し高いコントラストを生じさせる。例えば図12に示されるように、1つのプレートの段階的被覆又はエッチングによって段差が形成されるとき、これが達成される。

【0071】このような“段差のある厚さ”キャビティをもつライトバルブを使用すると、液晶の厚さ-波長の組み合わせによって3つの色彩の全てに対する真の黒を同時に得ることができ、印加される電圧と全てのカラーに対する透過される強度間の直線関係を同時に得ることができる。これが図10(実線)で示されており、電圧が印加されていなくても全ての色彩に対する透過率がゼロに近く、図11のプロットBにおいて全ての色彩に対する透過率が電圧をもって同時に変化する。

【0072】実施例では、“段差のある厚さ”キャビティによって100:1の高さのコントラスト比率及びCRTのそれに近いカラー忠実度が生ずる。この高いカラー忠実度が図13のCIEダイアグラムに示されており、そのダッシュ線は通常のマルチカラーLCDディスプレイの色度を表し、点線は変化する液晶厚さをもつLCカラーディスプレイの色度を表し、実線は通常のCRTの色度を表す。

【0073】直接鑑賞型像を形成する光の小さい緊密に

23

集められた赤色、青色及び緑色のスポットが予想されるシーンの色彩のイリュージョンを生じさせる。しかしながら、この像が投射によって拡大されると、近接する赤色、青色及び緑色の画素が混じらず、的確に色彩を帯びた領域が生ずる。そうでなければ、これらは乱れた赤色、青色及び緑色の領域として表れ、自然の色彩の像のアピアランスが損なわれる。さらにライトバルブの近接する画像領域間のデッドスペースも拡大され、乱れた分裂する不自然に見える像が生ずる。フルカラーライトバルブの実際の色彩に代わる乱れた赤色、青色及び緑色スポットのアピアランスを種々の方法で排除することができる。画素結合、又は、画像中の点、線、画素、デッドスペース、或いは他の無上法部分が目立たないようにするという、本願が提案する思想は、それを達成するための方法と共に、投射型かダイレクトビュー(direct view)型かを問わず、そのような領域を含むあらゆる表示画像に適用できる。「平滑化効果」は画素寸法の大きい大型ディスプレイで最も顕著であるが、表示画像が小さい場合や画素寸法が小さい場合にも、画質の改善に有用である。

【0074】単一のフルカラーライトバルブを利用する投射される像のそれを排除する好ましい方法にはレンズアレーを使用することが必要である。図52は水平列5210に配列された赤色、緑色及び青色画素をもつフルカラーライトバルブ5200を示す。列は各列が先行する列から3/2画素だけずれるよう配置されることが好ましいが、他の構成も可能である。レンズアレー5230がライトバルブの前方で投射レンズ5240の後方に配置されている。レンズアレーは球面レンズからなるものであってもよいが、円筒状又はその他の形式のレンズを使用することができ、それはライトバルブの画素の幅の1/2のものである。各小レンズの曲率及びレンズのアレーとライトバルブ間の距離を選定し、各小レンズ5250がレンズアレーと投射レンズ間でレンズアレーのわずかに前方のスペースに浮遊するライトバルブの部分の非拡大実像を生じさせるようにすることができる。もちろん、他の構成も可能である。

【0075】図52(インセット)5250に示されているように、単一の小レンズによって生ずる実像は6画素からなるデータを含む。これらの6画素像は2つの水平列からなり、3画素が上方に配置され、3画素が下方に配置される。他のレンズの大きさ及び曲率を使用することができ、各実像は異なる数の画素像を含み、本質的に同様の作用を得ることができる。レンズアレーを加えると、赤色、緑色及び青色の画素データの最もよい焦点の面、及びライトバルブ上にディスプレイされる像の情報を分離させることができる。投射レンズがレンズアレーを通してライトバルブの面付近の最もよい像の焦点の面に焦点合わせする。4つの小レンズ5300(図53参照)が単一の画素5310と同一の量のスペースを占

24

め、各小レンズがこの場合の6画素の像を生じさせるため、単一の画素のスクリーン上に焦点合わせされた後、24の赤色、緑色及び青色のドットを重畳したものである。しかしながら、これらのドットは24の異なる画素ではないが、ライトバルブ上の6画素のみのデータを含む(これは実際のシーンの2つの画素だけに対応するものであってもよい)。次の画素の像を生じさせるよう重畳される24ドットは、先行する24ドット、又は同ドットの幾つかの部分及び幾つかの新しいものと同様の情報の幾つかを含む。したがって、近接する各画素像は、およそ2つの三つ組の重み付き平均値であり、分解能をわずかに減少させる。しかしながら、新しく生じる各画素像は24ドットの焦点のずれた重畳状態であるため、その色彩が組み合わされ、正味の均一な色彩が得られる。したがって、フルカラー像は正確な位置に正確な色彩をもって十分な精度でディスプレイされたものであり、独立した赤色、緑色及び青色のドットが見えない場合を除き、レンズアレーがなくても像は投射されたものから本質的に変化していないように見える。この混合プロセスも画素間のスペースのアピアランスを排除する。この組み合わせられた作用が画素のアピアランスを排除する。円柱小レンズプロフィール、又は横切るレンチキュラーレンズによって形成される光学的相当物を使用し、“ばやけ”は1つの赤色、1つの緑色及び1つの青色画素の混合だけであるようにすることが好ましい。

【0076】リアスクリーンディスプレイユニットを構成するとき、スクリーンがユニットに組み込まれるため付加的融通性が提供される。これはスクリーンの直前に光学系を付加することを許容する。リアスクリーン上に投射される像が独立した赤色、緑色及び青色画素をもつ場合、各直角方向に画素があるときの2倍の数のレンズをもつ前述したレンズアレーをスクリーンに当たる焦点合わせされた像付近に配置することができる。前述したように、各レンズエレメントはスペース内の1つ又はそれ以上の三つ組の非拡大像を生じさせることができる。画素があるとき、同数の小レンズをもつ第2レンズアレーがその後n k k画素の混じった像を隣接スクリーン面に焦点合わせすることができる(画素の実像の面ではなく、元の像の面に近接した面上に焦点合わせされる)。前述したように、独立したカラー画素がフルカラー画素に混じる。

【0077】これに加えて特別の方法で構成される場合、単一のレンズアレーを使用することができる。独立した色彩の画素があるとき、単一のアレーは同数の小レンズをもつべきである。アレーはスクリーン上に焦点合わせされる像の後方に配置される。アレーはスクリーン上に焦点合わせされる像の後方に配置される。アレーの3つのレンズの内の2つが組み立てウェッジをもち、三つ組の像が全てフルカラー画素を生じさせるオーバーラップした隣接スクリーン上に焦点合わせされる。もちろん

ん、ウエッジは小レンズから分離するものであってもよい。これらの2つの技術をCRT又は独立した赤色、緑色及び青色画素を普通にディスプレイする、あらゆる結像装置に適用することができる。

【0078】フルカラー画素を生じさせる他の方法には、狭い角度のプリズム又はウエッジを使用することが必要である。図28に示されているようにライトバルブに極めて近い位置に配置されない限り、これらの2つのウエッジをクリアスペースをもってシステムのどの位置に配置することもできる。光の分布は普通のガウス分布であるため、多量の光が中央に集中する。3つの像の明るさを全て等しくするには、明らかな中心部を各ウエッジ部よりも小さくすべきである。これに代えてより均一な像を生じさせるため、くさびを薄い部分に分割し、クリアスペースをもって内部分散させることができる。ウエッジが光源とライトバルブ間のどこかに配置されている場合、それがライトバルブをわずかに異なる角度から照らす3つの非常に近接した光源を生じさせる。これはスクリーン上の3つのわずかにずれた像を生じさせる。

【0079】ウエッジを投射レンズの後方などのライトバルブの後方のどこかに配置することもできる。この配置によって互いにわずかにずれたスクリーン上の3つの像が生ずる。

【0080】ウエッジ角が簡単な幾何学に基づいて的確に選定されている場合、像は1つの画素の幅だけずれる。1つの像の赤色の画素がその後第2像の隣接する緑色の画素上に重畳され、これが第3画素の隣接する青色の画素上に重畳され、フルカラー画素を生じさせ、独立した赤色、緑色及び青色画素は見えなくなる。像の3つの画素のほとんどのグループが同一の色彩の値をもつため、この技術はほとんどの領域で有効に作用する。この技術が小さい問題を生じさせるのは2つの全く異なる領域間の境界である。この境界において色彩及び明るさの急激な変化が生ずるとき、隣接する画素上にオーバーラップする画素の2つが、異なる値をもつ隣接するものの上にオーバーラップされ、したがって、大きい歪みが生ずる。シーン内の一定の色彩の領域が大きい程、それが認められる程度は小さい。

【0081】図9aに示されているように、個々の色彩の画素のアピランスを排除する他の方法には二色性ミラーのシステムが使用される。図15aの画素構成の場合、独立した赤色、青色及び緑色画素を下記の構成によってオーバーラップさせることができ、平行化された光901がフルカラーライトバルブ902を通過し、二色性ミラー903に当たり、これは青色の像だけを反射させる。残りの赤色及び緑色の像は二色性ミラー903を通過し、二色性ミラー面904に当たり、これは赤色の像だけを反射させ、緑色の像を通過させる。青色の像は前面ミラー910、911から反射し、その後、二色性

ミラー905から反射し、これは青色の光だけを反射させる。ここで青色の像が緑色の像に混じる。前面ミラー910、911を調節し、青色の画素を緑色の画素にオーバーラップさせることができる。赤色の像は前面ミラー920、921から反射し、二色性ミラー906から反射し、これは赤色の光だけを反射させる。920、921において赤色の画素をすでに混じっている青色及び緑色の画素にオーバーラップさせることができる。ここに記載されている補償レンズ又は付加的ミラーを使用し、通路の長さを整合させることができる。混じったとき、図4に示されるように我々は画素間の大きいスペースのフルカラー像をもつ。

【0082】図15bに示されるように、個々の色彩を帯びた画素がライトバルブ上に構成され、色彩の三つ組が三角形を形成している場合、前述したように、赤色及び青色の画素を集めると、正確な緑色の画素がそれと対応する赤色及び青色の画素から垂直方向にずれるため、集めたものを正確な緑色の画素の頂端と重畳させることはできない。したがって、この形式の画素構成は赤色及び青色の光に使用される通路と同様の付加的二色性ミラー通路を使用することはできない。これが図9bに示されており、これは付加的光路を含むよう変形された図9aのシステムの側面図である。前述したように、平行化された光901はフルカラーライトバルブ902を通過する。しかしながら、ライトバルブ902と二色性ミラー903間の距離が増大し、緑色の光を反射させ、赤色、及び青色の光を透過させる二色性ミラー950を挿入することを許容する。前述したように、903は青色の光を反射させ、赤色の光を透過させる。ミラー面904、905は、前面ミラーである。ミラー906は赤色の光を反射させ青色の光を透過させる。前述したように、ミラー901、911、920、921は前面ミラーである。ミラー960、970も前面ミラーである。ミラー980は二色性ミラーであり、緑色の光を反射させ赤色及び青色の光を透過させる。この構成においてミラー911からのミラー910の分離、及びミラー921からのミラー920の分離が赤色及び青色の画素のオーバーラップを生じさせる。さらに、ミラー960、970の正確な分離が正確な緑色の画素をすでに混じっている赤色-青色画素対にオーバーラップさせる。このオーバーヘッドミラー構成にカラーライトバルブを使用してもよく、その画素構成が図15aに示されており、ミラー960、970間の間隔が調節され、緑色の画素の垂直方向のずれが防止される。これは、それらが赤色及び青色の画素にすでに一致しているからである。緑色の光のための分離したミラー通路は、各カラーイコールが横切る距離を生じさせ、これは光が平行化されていてその光は横切る距離をもって膨張し、投射レンズは3つの像を全て同時に焦点合わせせねばならないため重要である。したがって、像はサブシステム930を透過する

ことができ、投射光学系940によって最終投射のための画像間のスペースを満たすことができる。

【0083】これに加えて、図9aにおいてミラー910、911、920、921を上方又は下方に傾斜させ、赤色及び青色の画素を正確な緑色の画素上に重畳させることができる。

【0084】図2aに示されている赤色、緑色及び青色の画素のアビアランスを排除するための他の実施例では、4つの特別なミラーが使用される。各ミラーは明らかなスペース及びミラー化された領域をもつ。2つのミラー2910、2920は、例えば銀又はアルミニウムでコーティングされたミラー化された領域をもち、これはどのような色の光も全て反射させる。一方の特別なミラー2930の反射コーティングは二色性のもので、青色の光を反射させ、赤色及び緑色の光を透過させる。他方の特別なミラー2940の反射二色性コーティングは、赤色の光を反射させる。図29に示されているように、4つのミラーのミラー化された領域は互いに位相がずれるよう配置されている。各ミラーにおいて2つのミラー化されたスペース間の明らかなスペースは、ミラー化されたスペースの幅の2倍に等しい。

【0085】赤色の画素#1 2950からの光が第1ミラーの明らかな領域を通過し、第2ミラーのミラー化された領域から下方に第1ミラーの赤色の反射領域に向かって反射する。赤色の光はその後上方に反射し、第2ミラーの明らかな領域を通過し、その後、第3及び第4のミラーの明らかな領域を通過する。

【0086】緑色の画素#2 2960からの緑色の光が、ミラー#1の二色性のミラー化された領域を通過し、ミラー#2の明らかな領域を通過し、ミラー#3の二色性のミラー化された領域を通過し、ミラー#4の明らかな領域を通過し、赤色の画素から得られる光上に重畳される。

【0087】青色の画素#3 2970からの光が、ミラー#1、#2、#3の明らかなスペースを通過し、ミラー#4のミラー化された領域から下方にミラー#3の二色性のミラー化された領域に反射する。この二色性のミラー化された領域は、青色の光を上方に反射させ、それを赤色及び緑色の画素からの光上に重畳させる。したがって、我々はそれらの間のスペースをもつフルカラー画素を生じさせた。

【0088】他の実施例では（図30参照）、2つの特別なミラーが使用される。各ミラーは正確に取り付けられた45°の二色性ミラー部分を有する。第1ミラー3010は赤色の光を反射させ、青色及び緑色を透過させ、第2ミラー3020は青色の光を反射させ、赤色及び緑色を透過させる。この構成では、赤色の画素#1からの赤色の光が2つの赤色の二色性面から上方に反射し、第2青色二色性ミラー30202を通る。緑色の画素#2からの緑色の光は、上方にまっすぐ進み、赤色及

び青色の二色性ミラーの両方を通過する。青色の画素#3からの青色の光は、第1ミラーの明らかな空間を通過し、第2ミラーの2つの青色二色性ミラー面から反射し、それが上方に送られる。前述したように、この構成は赤色、緑色及び青色の画素からの光を単一のビームに重畳させ、スペースによって分離されたフルカラー画素を生じさせる。

【0089】3つの特別な“ミラー”（図31参照）がフルカラー画素を生じさせる他の方法に使用される。各“ミラー”は、正確に配置された45°の二色性ミラー部分からなる。第1ミラー3110は普通のミラーであり、赤色の光を反射させるが、緑色及び青色の光を透過させる。第2ミラー3120は緑色の二色性ミラーであり、緑色の光を反射させるが、赤色の光を透過させ、第3二色性ミラー3130は青色二色性ミラーであり青色の光を反射させるが、赤色及び緑色の光を透過させる。この実施例では赤色の画素#1からの赤色の光が2つの普通のミラー3110から上方向に反射し、緑色及び青色の二色性ミラーを通過する。緑色の画素#2からの緑色の光も緑色二色性ミラー3120からの2つの反射を生じ、これはそれを上方向に反射させ、赤色の画素からの光上に重畳される。青色の画素#3からの光も2つの青色二色性ミラー3130から反射し、それを赤色及び緑色の画素からの光に上方向に重畳させる。再度フルカラー画素がスペースによって分離した状態で生ずる。

【0090】種々の他の構成において、二色性ミラーを利用し、赤色、緑色及び青色の画素を重畳させることができる。他の実施例と同様、投射レンズから生ずる像は、正確なスペーシングによって分離された2つの“サンドイッチ”面から反射することができる。例えば、第1ミラーサンドイッチは赤色の二色性ミラー（図60参照）の作用によって赤色の画素を緑色の画素上に重畳させることができる。第2ミラーサンドイッチはその後、青色の画素を赤色及び緑色の画素上に重ね合わせ、フルカラー画素を構成することができる。大きいスペース（2つの画素の幅）が生じたフルカラー画素間に形成され、これは排除することができる。

【0091】“時分割走査”技術を伴う単一の比較的低い解像度のライトバルブを使用し、赤色、緑色及び青色の画素の可視性を排除することもできる。最初にスクリーンに現れる異なるデータをもって時間を小さいセグメントに分割することにより、目はデータを時間を超えて統合しデータの合計を異なるデータがスクリーン上に同時に投射されたかのように見る。しかしながら、視覚的に現れるデータの時分割を正確に行なわねばならず、そうでなければ像の明るさを減少させるフリッカーなどのアーティファクトが現れる。

【0092】一例として、ライトバルブが赤色の情報だけをもってアドレスされ、その内赤色の光だけがライトバルブに投射され、緑色及び青色の像が同様に投射され

る場合、視聴者はフルカラー像を認めるであろう。しかしながら、標準ビデオ像は秒当たり30フレームであり、フリッカーはその高周波数で多くの視聴者にほとんど見えるため、前述したように時間をセグメントに分割すると、各色彩に対し秒当たり10のイメージが生じ、著しいカラーフリッカーが生ずる。これに加えて大きい領域が1つの色彩だけである場合（現実にはしばしば起こる）、その後、全体の領域が3つの時間セグメントの内の2つにわたって黒になり、認められる明るさが1/3に減少し、全体の領域の著しいフリッカーが生ずる。2つのカラーテレビジョンにおいてCBSがモノクロムCRTの前方のスピンニングカラーホイールを使用するシーケンシャルカラーシステムを開発するとき、この部分が詳細に検討された。この方法の使用に対する他の問題は、他のファクタによる像の明るさの著しい減少である。与えられたフレームにおいて光の1つの色だけがスクリーンに投射されるため、光源から出る光の2/3が全てのフレームから排除され、見える像から排除される。

【0093】この問題を解決するため、システムを次のようにセットアップすることができる。最初にライトバルブがフルカラーライトバルブとしてアドレスされ、画素が異なる形式に配アレーされ、あらゆる偶数列が1つの赤色、1つの緑色及び1つの青色のオーダーの画素を含み、これがラインにわたって繰り返される。あらゆる奇数ラインは同様の配アレーの画素を含むが、それはあらゆる偶数のラインに対し3/2の画素などの幾つかの量だけずれてもよい。これはさらにランダムに現れる画素パターンを生じさせる。時間の単一のセグメント（1秒の1/30など）においてライトバルブがこの方式でアドレスされ、正確な色の光が各画素にカラーフィルタのモザイクを通じて（前述したように）、又は例えば多重二色性ミラーによって生ずる色彩を帯びた光ビームの整合モザイクによって送られる。時間の次のセグメントにおいてライトバルブが一定の方向の1つの画素によってシフトされる。全てのカラーデータアドレッシングをもってアドレスされる。同時に、カラーフィルタを移動させるか、又は二色性カラー光線製造システムのミラーを適当に振動させることにより、ライトバルブをアドレスする色彩を帯びた光のビームの分布が光バルブ上の色彩を帯びたデータの新しい位置に対応するようシフトされる。

【0094】時分割走査のこの実施例において、ライトバルブの画素#1が時間の第1セグメントにわたって像の画素#1に対応する赤色のデータをもってアドレスされる。これは時間のそのセグメントにおいてスクリーン上の画素#1の赤色のデータの像を生じさせる。時間の次のセグメントにおいて色彩を帯びたビームの構成と同様、カラーデータの位置がシフトされ、ライトバルブ上の画素#1が緑色のデータを元のイメージの画素#1か

らディスプレイする。この元の像の画素#1からの緑色のデータが先の時間のセグメントの画素#1のための赤色のデータをディスプレイしたセグメント上の同一の位置に投射される。同様に、次の時間セグメントにおいて青色のデータがスクリーン上の画素#1に投射され、1/10秒内にあらゆる画素位置にフルカラー像のイリュージョンが生ずる。あらゆる時間ピリオド間（1/30秒など）、1つの色彩だけの大きい領域が単一の色彩を伴う1/3の画素を持つ。したがって、前述したように2/3の時間に黒が生ずることなく、領域は常時その色彩を表す。

【0095】この構成の場合、像内のその領域に何らかの光があるとき、3つの画素の内の少なくとも1つが光をスクリーンに常時送る。正確な配アレーをもって光の多色ビームに分割する二色性ミラーの方法を使用すると、全ての光があらゆる時間セグメントで使用されるため、与えられた時間セグメントの球の光の2/3が浪費されるという問題は排除される。

【0096】“時分割走査”の好ましい実施例のように、ライトバルブをアドレスし、画素#1が常時赤色のデータをもってアドレスされ、画素#2が常時緑色のデータをもってアドレスされ、画素#3が常時青色のデータをもってアドレスされるようにすることができる。照度は一定であり、画素#1は常時赤色のビームに照らされ、画素#2は常時緑色のビームに照らされ、画素#3は常時青色のビームに照らされ、以下同様である。しかしながら、この実施例ではライトバルブの画素#1が第1時間セグメントで像の画素#1からの赤色のデータをもってアドレスされ、第2時間セグメントで像の画素#2からの赤色のデータをもってアドレスされ、その後、第3時間セグメントでの像の画素#3からの赤色のデータをもってアドレスされ、その後、像の画素#1からの赤色のデータに戻り、全ての他の画素も同様である。スクリーンに進む前、ライトバルブからだけ光がミラーから反射される。このミラーは電子的に制御される電磁石コイルまたはミラーの一方のエッジ上の圧電結晶スタックによって時間セグメントと同期して振動する。ミラーの他方のエッジはヒンジ連結される。これに代えて、逆回転ミラーからの反射が使用され、与えられた時間セグメントにおいて、照射される像が安定化され、次の時間セグメントのときそれがシフトされる。ミラーを2つの面を有する液体又はゲルが満たされた圧電プリズム（図33参照）によって振動させてもよく、2つの面は平坦であり、剛性をもち、一方のエッジに沿ってヒンジ連結される。プリズムの他の3つの側面は折り畳むことができる。プリズムの内側の圧電結晶3300のスタックが振動電流と同期する振動様式でその角度を変化させる。

【0097】いずれかの場合の正味作用が第2時間セグメントで一方の画素によってスクリーン上の像をシフトさせ、第3時間セグメントで他方の画素によってそれを

シフトさせる。したがって、各スクリーン画素が時間を超えて赤色、緑色及び青色情報を含み、これが視聴者にフルカラー像を与え、認められるカラー画素はどこにもなく、単一の低い解像度のライトバルブが使用される。他の構成によって同一の目的を達成することができるのは明らかである。この技術はライトバルブの解像度の3倍の知覚力、すなわち3つのライトバルブに相当する知覚力を生じさせる。

【0098】特に、“能動マトリクス”が使用されるとき、“フルカラー”ライトバルブ、又は複式“モノカラー”ライトバルブのいずれかが使用されていても画素間のデッドスペースは見えない。場合によってこのような像が認められることがあるが、好ましい解決策はこのような画素の三つ組間の空間が排除され、“連続像”が生じるよう全ての画素が三つ組内に正確に重畳されるようにすることである(赤色、緑色及び青色が“フルカラー画素”を形成する)。図4において、各画素401は対応する赤色、青色及び緑色画素が重畳したものである。402は満たすことが要求されるスペースを表す。後述するのは投射される像の画素間のこれらのデッドスペースを排除する方法である。

【0099】フルカラー画素間のスペース(3つのライトバルブの像の重畳によって生ずる)を排除する好ましい方法にはレンズが使用される。“フルカラー”画素がある場合と同様、同一の数のレンズ(例えば各レンズの中心が各画素802を超えるよう構成されたライトバルブのカラー“三つ組”の数)で構成されたレンズアレー801(図8a及び8bに示されている)を使用し、各画素を拡大することができる。その後、図8aの平行化レンズアレー803又は図8bの大きい平行化光学系804のいずれかを使用し、適当な投射光学系によって投射するための拡大された連続の画素を再平行化することができる。

【0100】垂直方向の画素間のスペースが、水平方向のそれとは異なる場合、意図的に画素に光が満たされないようにし、対称ドット(後述する)又は円柱レンズ又はそれに相当するものを形成し、スペースを的確に満たすことができる。これまでも小さいレンズアレーが製造されていたがそれは簡単であり経済的であり、容易に得られるレンチキュラーレンズを使用することができる。これらの円筒状のレンズアレーをオーバーラップさせ、その軸を互いに直交させ、同一の目的を達成することができる。レンズの作用を各直角方向に分離させると、このような小さい大きさのものを正確に製造することが困難である円柱レンズの必要性が排除される。

【0101】画素の後方(そして投射レンズの前方)のレンズを利用する画素間のスペースを幾つかの異なる方法で排除することができるということは重要である。小レンズの曲率及びライトバルブからのスペースを選定し、画素の拡大された実像又は虚像を生じることができ

る。このような虚像又は実像を正確な大きさ、量をもって拡大させ、これらがスペース内の面で連続するようにすることができる。これらの面がその後投射レンズによってスクリーン上に結像される。

【0102】実際には、画素の多くの虚像及び実像が異なる大きさのスペースの種々の位置に生ずる。したがって、投射レンズを前後にわずかに調節し、画素の像の大きさを選定することができ、オーバーラップさせず、画素間スペースを排除することができる。

【0103】光源が各画素の孔内に結像する構成が選択される場合(後述する)、画素内の光の分布は均一ではないこともある。そうでなければ、実際に画素間にスペースがなくても反復構成がスクリーンに現れミラー画素が生じる。この場合投射レンズが画素の面又はその画素の拡大された虚像又は実像をスクリーンに焦点合わせするようにすべきではない。これに代えて投射レンズはレンズアレーの像をスクリーンに焦点合わせすることができる。画素内の光の分布が均一ではなくても各小レンズが均一に照らされる。

【0104】レンズアレーが的確に構成されておらず小レンズ間のスペースがゼロに近くなくても画素の構成が再度現れる。この問題を排除するため第2レンズアレーを使用し、第1アレーの小レンズの拡大された実像又は虚像を生じさせることができる。したがって“画素”は均一に現れ近似する。

【0105】プロジェクタとスクリーン間の関係が変わらないキャビネットに組み込まれたリア投射システムの場合、それをシステムに組み込みスクリーンの前方の画素間のスペースを排除することが可能である。スクリーンの後方に配置されたプロジェクタから投射される画素と同様の構成のレンズアレーが各画素の像を膨張させ、画素間のスペースを満たす。このレンズアレーをスクリーンに組み込み、それをスクリーンの合成要素にすることができる。

【0106】次に示すのは画素間の空間を除去するための、そしてレンズアレーを形成するマスターを製造する他の目的のためのレンズアレーを経済的に製造する方法である。銅又はワックスなどのセミソフト材料を使用し、先端に円形曲面をもつ工具によってそれに平行線を引き、これによってマスターを製造することができる。望ましいレンズ面を整合させる面を有する工具を形成し、それをこのようなソフト材料に“段階的及び繰り返しの”様式で繰り返し押し込み、これによって球面レンズアレーのマスターを製造することができる。このマスターをその後剛性金属マスター内に配置することができる。マスターを銅で製造するとき、銅をニッケルスルファメートなどの電気メッキ浴に浸すことができる。マスターを銅などの非電導材料で製造するとき、それをまず無電解ニッケルの薄い金属層でコーティングするか、又は塩化錫銀溶液でスプレー処理することができる。この

様式で金属化した後、それを電気メッキ浴内に配置することができる。その後ニッケルマスターをエンボス加工機械上に配置し、複製をミラー及びプレキシグラスなどの熱可塑性材料にエンボス加工することができる。このようなマスターを射出又は圧縮成形の型として使用することもできる。

【0107】マスターを製造する他の方法にはレンズの高さが密度として表されるプロットを形成するコンピュータが使用される。透かし絵に変換されるこのプロットを段階的及び繰返しの処理によって光を減少させ、複写し、レンズアレーのレイアウトを整合させる密度パターンをもつマスクを製造することができる。その後マスクを紫外線からフォトレジスト板に結像することができる。マスクの異なる密度はフォトレジストが露出される量を変え、現像後各位置で洗浄されるフォトレジストの量を変える。これはレンズアレーの形状のフォトレジストマスターを生じさせる。その後このフォトレジストマスターを金属化し複写に使用することができる。

【0108】投射システムのためのこのようなレンズアレーを製造する他の方法には、フォトグラフ的に製造されるレンズアレーが使用される。特に極めて小さいF数が要求される場合、このような小さい部分を機械加工するとき、このようなフォトグラフレンズが従来のレンズよりも好ましい。従来の方法を使用し、必要な干渉パターンを生じさせることができる。

【0109】赤色、緑色及び青色のアピアランスを排除するとき、ウェッジによってスクリーン上のオフセット像を垂直方向及び水平方向に生じさせ、画素間のスペースを排除してもよい。ウェッジセグメントを投射レンズに適宜配置し、像の各スペースを隣接する像のデータの複製で満たし、焦点合わせされた画素分解された像を生じさせることができる。この方法は像の画素間のスペースを排除する他の好ましい方法である。

【0110】画素間のスペースが一定幅の全ての水平及び垂直ラインであるため、空間的フィルタ作用を使用し、スペースを排除することができる。空間的フィルタ作用のクラシックの方法が図32に示されている。入力においてレンズ3310が像Aに作用し、面Bのフーリエ変換が生じる。面Bの後方の焦点距離に配置された他のレンズ3320がその変換のフーリエ変換を生じさせ、これは面Cの元の像である。特定の光学フィルタが面Bに配置されている場合、フーリエ要素の面Bのフロッケージによって最終像の種々の要求が排除される。フーリエ要素は面Bの極座標様式で配アレーされ、最も高い空間的周波数がフーリエ面の外側全体にわたって、及びそれに向かって配置された元の像の最も小さい特徴に対応する。像の低い空間的周波数は面Bのフーリエ変換の中央領域に現れる。周期的入力パターンはフーリエ面のその周波数の強度の局部的集中として現れる。画素間のスペースを表す薄いラインの空間的周波数が高いた

め、これらはフーリエ変換の中央から最も離れた大きい特徴を形成する。したがって適当なフィルタが面B内に配置され、低い空間的周波数を通す場合、面Cの再変換された像が大きく縮小されるか、又はフィルタが的確に選定される場合、高い空間的周波数（画素間のラインに対応する）が排除される。

【0111】全ての画素が与えられた方向の同一の空間的周波数を持ち、それはその間のラインの高い空間的周波数とは異なるため、これらのラインを分離させ抑制することができる。像の面Aはプロジェクタのライトバルブ面に近似し、フーリエ変換をなす、レンズは投射レンズに近似する。したがって投射レンズの前方のどこかがライトバルブ上の像のフーリエ変換に近似する。一定距離後方の像を再変換する第2レンズが使用されていなくても、再変換は必ず生じ（スクリーン上の焦点合わせされた像で）、最終レンズは必要ではない。したがって実際の作用に必要なのは適当なフィルタを投射レンズの後方のどこかに配置することである。ラインのパターンの空間的周波数は周知であるため、従来の方法を使用しフーリエフィルタを形成し、望ましい空間的周波数要素をブロックアウトすることができる。画素の幅と画素間のスペースの幅の差が大きい程、この空間的フィルタプロセスの作用は大きい。幅が互いに近似しているとき、プロセスの作用は小さくなる。

【0112】これに代えてレンズがライトバルブと投射レンズ間に配置されている場合、光をプロジェクタ内の小さい焦点にすることができる。ピン孔を焦点に配置し、ほとんどの光を通過させることができる。光が投射レンズの前方に配置された再変換レンズを通過するとライトバルブ面から像の高い空間的周波数のないスペースに焦点合わせされた象が生じる。投射レンズがその像を焦点合わせするよう構成されている場合、画素間のラインを伴わずほとんどの光をスクリーン上に投射させることができる。

【0113】明るい像を得る他の方法には投射レンズ以外にホログラフィック位相フィルタが使用され、これは従来知られているところのもので厚さが変化する材料又は的確にレイアウトされたホログラフによって構成される。これは空間的フィルタ作用を生じさせるが、より多くの光をスクリーンに通過させることができる。

【0114】画素間のスペースを満たす他の方法にはミラーが使用される。光の最小の浪費で画素を正確な位置に複製するミラーシステムを構成するため、特別の“ストライプのあるミラーシステム”を使用することができる。1つのこのような構成が図5に示されている。フルカラーの像の情報501を含む光（図4に示されている）が“ストライプのあるミラー対”502、503にあたる。これは像全体を元の像おおよそ1/2の明るさ（これも元の明るさの1/2に減少している）をもって複写し、1つの画素の幅だけシフトさせ、図6に示され

ている水平列の画素間のスペースが満たされる。垂直列601A, 602A, 603Aはそれぞれ垂直列601, 602, 603の複製である。図5のスペース504に生じる組み合わせされた(元の及び複製の)像がその後第2“ストライプのあるミラー対”505, 506を通過し、これは像を複製するが、それを1つの画素の高さだけシフトさせる。これは同一の明るさの2つの像を上下に生じさせ、図6の水平アレー610, 611, 612を満たす。したがってブランクスペースのない“ソリッド”イメージが生じる。ブランクすなわちデッドスペース、分離的に色彩を帯びた画素及び画素間の差異を排除すると、CRTsが認められるライン、画素及びスペースをもつため小さいレンジの現在のCRTの像であっても像の解像度が向上する。

【0115】“ストライプのあるミラー対”が図7に示されている。単一の画素701からの光がミラー対の第1ミラー702の“クリア”スペース720にあたる。この第1ミラーはガラス、プラスチック又は他の適当な材料からなり、これが可視スペクトルにわたってARコーティングされ、その一方側でアルミニウム又は銀などの適当な反射材料のストライプ内でコーティングされる。例えば“ガラス上のストライプのあるマスク”の真空蒸着によってストライプのあるコーティングを達成することができる。これに代えてガラスにフォトレジストをコーティングし、これを望ましい大きさのストライプの投射された像に露出させることができる。現像後ガラスが露出され、望ましいストライプ内だけで金属真空蒸着がなされる。蒸着後残りのレジストを剥がし、分離させ、必要なクリアストライプを形成することができる。

【0116】対の第2ミラー703も他の明るい反射ストライプをもつ。このミラーでは、しかしながら反射コーティングは薄く、フルカラーに代わり部分的ミラーを生じさせる反射率が調節され、生じる2つの画素像は同一の明るさをもつ。

【0117】スペース702を通過した後画素701からの光が部分的ミラー730にあたり、透過ビーム710及び反射ビームが生じ、これが第1ミラー702のミラー化された面740にあたる。これは光をミラー703のクリアスペース750に反射させ、ビーム710から近似的に配置される場合を除きビーム710の正確な複製である第2ビーム710aが生じる。画素間のスペースが画素の大きさと等しくない場合、ミラー702上のミラー化された領域740及びミラー703上のクリアスペース750を画素間のスペースの大きさに調節することができる。

【0118】図5の平面図は垂直ストライプをもつ“ストライプのあるミラー対”502, 503がビーム501に対し“垂直傾斜軸”のまわりに傾斜し、水平に配置された複製像を生じさせ、水平のストライプをもつ“ストライプのあるミラー対”505, 506が“水平傾斜

軸”(これは第1“ストライプのあるミラー”の傾斜軸及びビーム501と直角である)のまわりに傾斜し、垂直に配置される複写像を生じさせることを示す。

【0119】白色の平行化されたビームを色彩を帯びた平行化されたビームに分解する構成、及び多色の平行化されたビームを単一の平行化された白色のビームに組み合わせる構成はリバーシブルであり、これをライトバルブの一方側に使用し、ビームの全ての光を完全に使用し、モノクロマティックライトバルブを的確に色彩を帯びたビームで照らし、色彩を帯びたビームを再度組み合わせ、個々に認められるカラー画素のないフルカラー画素を形成し、画素間のスペースのない近似した像を得ることができる。

【0120】前述したように、時間多重を使用し、画素間のデッドスペースを複製画素で満たし、“連続”像を生じさせることができる。3つの色彩の像を僅かにオフセットし画素間のスペースを幾らか満たすことができる。例えば図3は赤色の画素302よりも僅かに高い青色の画素301及び各赤色の画素302の僅かに左の緑色の画素303を示す。異なる色彩を帯びた画素をオフセットする多くの他の構成は像のブラックスペースを減少させることができるが、個々の色彩は近接レンズで可視状態で残る。

【0121】良好な品質のカラー像を得るためにはできるだけ高い解像度をもたせ、赤色、緑色及び青色の画素を互いに重畳させ、個々の色彩の画素のアピアランスを排除し、画素間のスペースを排除することが重要である。3つの光路及び3つのライトバルブによってこれを達成するか又は多数の画素をもつ単一のライトバルブを3つの部分に分割することによってこれを達成し、3つの色彩の像を生じさせるとコストが高く、簡単な単一のライトバルブシステムよりもシステムのスペース及び重量が大きい。しかしながら単一のライトバルブは3つのライトバルブの解像度はもたない。したがって上述したように付加コスト、複雑性、重量及び大きさの増大を伴わず、高い品質の高い解像度の像を得ることができる方法を発明することが望ましい。

【0122】ライトバルブの画素の数が増加すると、像の解像度が増大することは明らかである。近似するイメージの投射に使用される2つ又はそれ以上のプロジェクタによって通常のライトバルブを使用する単一のプロジェクタよりも高い解像度をもって像を生じさせることができる。これに代えて本質的に複数のプロジェクタの要素を含まないが、プロジェクタ内に生じる近似する像を伴う単一のプロジェクタを構成し、単一の投射レンズによって複合像を投射することができる。これは外部に配置されるプロジェクタを整合させる必要性を排除し、単一のライトバルブシステムよりも高い解像度を得る。

【0123】カラードットの位置に対する画素の線間の

37

画素の内のどれかのグループが使用され、ディスプレイされるシーンの特定のポイントの色彩を表すカラー三つ組が形成される場合、3のファクタによってLCDの解像度が減少する。しかしながら、赤色、緑色又は青色であるライトバルブの各画素が元のシーンのポイントのライトバルブの画素の色彩に相当する信号によって駆動され、元のシーンのそのポイントの残りの2つの色彩の値のデータが簡単に廃棄される場合、この解像度は低下させることができる。目は近接する画素の色彩の分布を混ぜ合わせ、シーンのその領域の正確な色彩を生じさせるが、実際の画素のスペースと同様の明るさで詳細を見分けることができる能力をもつ。

【0124】“時分割走査”を適用し低い解像度のライトバルブによって高い解像度のイメージを生じさせることができる。例えば各2つの画素間のスペースをもつイメージを画素の幅に等しい各水平線に沿って投射することができる。例えば小レンズアレーを使用するレンズを製造し、各画素の大きさを適宜変化させることによりこれを達成することができる。したがってライトバルブが例えば水平ライン上の500画素のものである場合、時分割走査によって解像度を1000まで増大させることができる。スクリーンに出るとき、時間の半分をライトバルブからの像の投射に使用することができ、時間の他の半分をスクリーンへの中間画素の像の投射に使用することができ像にその方向のライトバルブの2倍の解像度を与えることができる。他の時間多重構成と異なり、時間の各セグメントが全ての光を光源からスクリーンに投射し、光源からの全ての光が常時視聴者に見えるため、明るさは低下しない。この技術によって垂直方向の解像度を増大させ、例えば標準的解像度のライトバルブの鮮明な像を生じさせることができる。

【0125】ここに示されているシステムは個々にアドレスされ維持される画素を処理することができる。この方法は真のデジタルテレビジョンの基礎をなす。現在オーディオ及びビデオ信号の両方がレーザディスク及び“CDs”のデジタルビットとしてデジタル化され記憶されている。このデジタル化は信号の正確な値をマイクロ秒単位で維持する。アンプのノイズ及び非直線性、スクラッチ、ドロップアウト及びレコーディング材料の他の欠陥などのシステムの歪みは、各ビットにおいてそれがオンかオフか、すなわち“0”か“1”かを見るだけの強度又は明瞭性の変化に影響されないシステムによって完全に無視することができる。これにより正確な高い品質のテレビジョン及びビデオディスプレイを生じさせる。ハイデフィニションテレビジョンに対する最近の動向は、この形式のデジタルディスプレイ装置に移行している。この発明は選定されるフォーマットに関係なくデジタル及びハイデフィニションテレビジョンを発展させる基礎をなす。

【0126】デジタル処理を使用すると、ゴースト、

38

クロマクロール、モアレ縞、クロミナンス及び輝度信号間のスノー及びストロークなどの現在のビデオシステム固有の問題を容易に排除することができる。それは2つの画素間の補間によって付加的画素も生じさせ、実際に透過するものよりも高い解像度のアピアランスを生じさせる。それはピクチャ、ズーム、フレーム凍結、イメージ強調、特別の作用などを容易に補う特別の特徴をもつ。

【0127】像が有限数の画素で構成される電子像製造システムは、像の画素の数が減少するにしたがって顕著になるアーティファクトをもつ。このアーティファクトによってしばしば、ぎざぎざ又はエイリアシングなどが生じる。2つの異なる特徴間の境界などの対角線が像内に現れるとき、画素は通常は水平面に平行及び直角のエッジをつ矩形形状であるため、ラインは階段のようにぎざぎざになる。このようなぎざぎざの境界の顕著性を低下させるため、特にデジタルシステムに使用する場合、それがすでにコンピュータ化されているため周知のアンチエイリアシング技術を適用することができる。境界が異なる輝度及び異なる色の値の2つの領域間に検出されるとき、2つの値間の平均輝度及び色度を算出することができる。その後境界に沿った全ての画素において新しい値が見えにくい境界間に生じ、ぎざぎざのエッジのアピアランスが減少する。

【0128】投射システムによって製造することができる像の明るさは部分的に球の明るさによって決定する。これはより高い明るさを得るには高いワット数の球を使用すべきであることを意味する。しかしながら、使用することができる球のワット数は制限される。ホームプロジェクトはおよそ5ampsよりも高くすべきではなく、それはおよそ600ワット数に対応する。高いワット数のプロジェクトの運転は極めて高価であり、それは大きい熱を排出する。したがって消費されるワットあたりのルーメンのできるだけ高い効率の球を使用することが望ましい。最もよい光源はマイクロ波励起プラズマである。ワットあたり130ルーメンのプロト型の球を使用することができる。使用することができる他の光源はXe、Hg及び金属ハロイド球を含み、これはワットあたり75~95ルーメンを得ることができる。タングステンハロゲン球はワットあたり40ルーメン以上を得ることができ、標準タングステンはワットあたり25ルーメンまで得ることができる。

【0129】大きいフィラメント及びループを伴うハイパワーに代えて低いワット数の小さいフィラメントの2つ又はそれ以上の球を使用することができる。マルチランプを使用すると幾つかの利点がある。ランプが損傷してもシステムの明るさが損なわれるだけであり、ランプが交換されるまで残りのランプは作用させることができる。低いワット数の各球は長いライフタイムをもち、小さいフィラメント又はアークは光源の像を画素の孔内に

容易に焦点合わせることができる。種々の方法をビームの組み合わせに使用することができる。図 37 はプリズムによって 2 つの光源が平行化され近似する一例を示す。図 45 はどのようにしてミラーを 2 つの平行化されたビームの近似に使用するかを示す。分離したビーム間のスペースを排除する他の方法ではミラーによってビームの一部分からの光がとられ、それぞれビーム間のスペースを満たす。それが図 38 に示されている。

【0130】同図から明らかなように、2 つの光源から出る光は、1 つのガウスビームとして現れるものを形成するように、この方法で進路修正される。勿論、異なる数のミラーを使用してもよいし、ミラー以外のプリズムのような偏光子を使用してもよい。この技術は、ガウスビーム又は不規則ビームのプロファイルをより均一化する等、ビームのプロファイル特性を変更するために、幾つかのビームの集合に、又は単一のビームに利用することもできる。これは、ビーム中の弱いスポット又はデッドスポット、ホール、ホットスポットを除去するのに特に有効である。これを行うための他の構成例を図 77 に示す。同図に於いて、アーク又はフィラメントにおける光軸に対する垂線から、正又は負側に例えば 60 度の角度で放射する軸方向光源によって生成されるように、中心にホールを有するビームが生成されるものとしている。図 77A 及び 77B は、平坦面又は曲面を形成する環状ミラー 7710 (ミラー 77A は全内部反射する) がビームの外側部分から中央の円錐状又は軸円錐状 (axiconical) の反射素子に光を反射する。この光は、その後、前方に反射してビームのホールを満たす。ホールを満たす光の強度は、環状ミラーの寸法、円錐状反射素子の傾斜角、(光にレンズ作用を及ぼす) 環状円錐面の曲率 (曲率がある場合)、及び光の分散度又は収斂度を変えることにより、調整することができる。

【0131】あるいは、ビームは、空間内に一定領域の焦点に到達し、その結果、フィラメント又はアークの像が互いに境を接し、新たな複合された光源を形成する。ミラーの使用によって、これらの点光源は同一方向に伝播し、単体の集光レンズを用いて集光され、最初に捕捉された大部分の光を含む単一のコリメートされた光のビームが容易に形成される。この例を図 43 に示した。通常、2 つのビームを結合すると、ラグランジュ (LaGrange) の不変式に従って 2 つのビームの結合された幅を持つ 1 つのビーム、或いは、2 つのビームの結合された分散度を持つ 1 つのビーム (或いはこれらの組み合わせ) ができる。しかし、以下の何れかの方法によって、ビーム幅、ビーム分散度を変えることなく、2 つのビームを 1 つのビームに結合し、必要に応じて、ビームをランダムに又は直線的に偏光することができる。

【0132】図 83 は、2 つの光源からの光をどのようにして直線的偏光ビームに結合できるかを示す。8300、8310 は 2 つの独立したランダムな偏光白色光

源、8320、8325 は球面反射器、8330、8335 はコリメートレンズである。8340、8345 は  $1/4$  波長板、8350、8355 はマクニール偏光器、8360 は、第 1 面ミラーである。出力ビーム 8370 は、直線的に偏光されている。単一のマクニール偏光器を使用する変形例を図 83b に示す。図 84 に示す構成は、第 1 面ミラー 8465 が付加されていること、マクニール偏光器 8455 が反転していること以外は、図 83 のものと同じである。この場合、出力ビーム 8470 は、ランダムに偏光される。図 84B は、単一のマクニール偏光器を使用する変形例を示す。これらの装置は、多数の光源からのビームを結合できるように、数次のカスケード状に組み合わせ、単一の光源からのビームと変わらない幅と分散度を持つ単一のランダムな又は直線的な偏光ビームを生成するように構成することができる。

【0133】再生された色の正確さは幾つかの要因に関係する。適当に選択されたカラーフィルタ又はダイクロイックミラー、上述したように、波長対ライトバルブのキャビティの厚さ対電圧に対する補正及び正規ガンマ補正、並びに別の通常の TV カラー回路を使用することによって、カラー再生の忠実度は、依然として投映システムを通過する光の色構成 (すなわち色温度) によって制限されている。白熱光源は、簡単かつ安価に提供されるが、色温度が低く、「赤みを帯びた像」を生じる。一方、金属ハライド、キセノン、水銀及び特にマイクロ波によって励起されるプラズマ (これは、数千分の 10 時間しか作動しないが、一定の明るさ及び色温度を生じる。) などの放電ランプは、より現実的な白色及び他の色を生じる。しかしながら、これらのランプは、より高価であり、より大きくかつ重い電源を必要とし、しかも使用並びに交換がしばしばより困難で危険であるという欠点を有している。現実的な色は、もし色温度補償フィルタが使用されるならば、白熱光源を用いることによって生じ得る。明るさを幾らか犠牲にすることによって、全色スペクトルが青色の方へずれ、より現実的な白色及び他の色が生じ得る。白熱光源を使用することの利点は、かかる光源が、丈夫で、安価で、安全であり、また、交換が容易で、小さい電源しか必要とせず又は電源を全く必要としないことである。

【0134】光源の寿命を伸ばすための多くの試みがなされている。例えば、マイクロ波によって励起されるプラズマバルブは、実際に無制限の寿命を有しており、バルブ交換をなくすためには最適のバルブである。フィラメントバルブの寿命を伸ばすため、回路が、フィラメントに平滑化された直流を流すために用いられる。さらに、回路は、ランプが点灯されるたびに、急激な加熱及びフィラメントの動作による衝撃を減じるために、ゆっくりと電圧を上昇させる。

【0135】白熱光源が最大の効率並びに最大の色温度

をもつためには、白熱光源は、相対的に低い電圧値及び高い電流値で作動する緊密に巻かれたフィラメントを有していることが必要である。これには、通常、大きくかつ重い減電圧型変圧器が必要とされる。この負担を除去するために、トライアック回路が使用され、効率サイクルを切断し、各サイクルの唯一の部分のみを用いるために使用され得る。適当な効率サイクルを選択することは、必要な低い電圧を、フィラメントに印加する。また、再帰回路が、ライン電圧を監視し効率サイクルを調整してライン電圧の変動を補償するために配置され、これによって、一定の低電圧が、フィラメントに印加される。

【0136】ここに説明した投映システムにおいては、システム内の種々の点での効率の低さによって、明るさが制限される。種々の方法が、これらの点での効率を上げるために使用され、これによって、投映器の全体的な効率及び明るさが、劇的に増大する。全ての光学素子にARコーティングを施した場合は、それが無い場合に各面で約4%の損失があるのに比べて、スルーputを大幅に増大させることができる。ビデオ投射システムには多くの面があるので、ARコーティングが無いと多量の光が失われることがある。しかし、ARコーティングは減圧室で行われるため、製作に費用と時間がかかるし、一度にコーティングできる数量にも限界がある。更に、例えばLCDのような構成部材は簡単にはコーティングできない。これらの欠点を除去するために、マイラー(mylar)、クロナール(cronar)、ポリエステル、その他の透明な材料のシート又はロールをARコーティングすることができる。場合によっては、これらの材料を、例えば屈折率の適合する感圧接着剤で全ての光学面に接着してもよい。このような材料は、容易に切断できるので、不規則な形状や角度の面に合わせて切断できる。

【0137】全ての投映システムに共通する1つの問題は、集光光学系の効率である。通常、バルブによって発生する光の内のほんの一部分が、実際に集光され、投映システム内で使用されているにすぎない。システムの効率をさらに改良するために、投映のためのバルブから捕捉される光の量を増大させる種々の方法が用いられている。従来技術において、フィラメント又はアークなどの光源が、非球面集光レンズのような集光レンズとともに、後方に球面ミラーを備えた光源の前に配置される。この光学的配置は、たいていの投映器において用いられ、後方及び前方へ伝播する光の幾らかを捕捉する。しかしながら、光の大部分は、この光学的配置の側面を、あるいは上方及び下方を通過した後、消失する。

【0138】この通常は消失してしまう光を用いる好ましい方法は、図42に示したような多重集光路を用いることである。2つの集光レンズ4210及び4220、並びに2つの球面ミラー4230及び4240が、バルブ4200から放射される光を、従来のシステムが捕捉

する光量の2倍の量捕捉する。今日の全てのバルブにおいて、1方向に伝播する光は決して用いられ得ない。なぜなら、バルブの一侧が、バルブ内にアーク又はフィラメント光源に電源を接続するために使用されるからである。残りの方向(上方)からの光が、付加的な集光レンズ4250によって捕捉され、ミラー4260によってシステム内に反射される。この反射ビームは、別の箇所に記載した方法を用いて、単一のビームに結合される。

【0139】この通常は消失してしまう光を用いる別の方法は、図39に示したように、通常の集光光学系3920内のランプ3900の周囲に、放物面反射器3910の一部分を配置することである。従来は使用されなかった光が、コリメートされ、前方へ伝播し、集光レンズから放射される光と結合する。その結果生じるコリメートされたビームを絞るため、これは、おそらくたいていの応用分野において必要なものであるが、このために、図40に示した、2つのレンズからなるガリレイ式望遠鏡などの種々の方法が用いられる。

【0140】バルブからより多くの光を捕捉するためのさらに別の方法を、図41に示した。この構成において、光源4100は、楕円面ミラー4110の第1の焦点に配置される。このミラーに達する光は、ミラーの第2の焦点に集められ、ここで、コリメートのために、例えば低いFナンバーをもつ集光レンズ4120によって捕捉される。しかしながら、ミラー(4101及び4102)によって反射されない光は、軸上にある光を除いて全て消失してしまう。この光は、コリメートレンズ4130を第2の焦点に配置することによって用いられ得る。このレンズは、第2の焦点に集められない光をコリメートするが、第2の焦点に集められる光にはほとんど影響を及ぼすことがない。光学的には、光源から放射される光を軸の近傍に集め、楕円面ミラーの第2の焦点に集光するための、付加的な微小レンズが、第2の焦点に近接する楕円面ミラーの2つの焦点間の軸上に配置される。

【0141】あるいは、放物面ミラー4610の一部分が、通常は消失してしまう光を捕捉し、コリメートするために使用され得る。これを図46に示した。楕円面ミラーを使用する別の方法を、図50に示した。この光学的配置において、球面ミラー5010が、後方へ伝播する光を前方へ伝播させる。レンズ5020が、前方へ伝播する光を捕捉し、この捕捉した光を焦点に集める。周囲を取り巻く放物面ミラー5030は、球面ミラー及び集光レンズに達しない光を捕捉し、捕捉した光を焦点レンズの焦点に集める。この点で、光は焦点から集められ、単体レンズ5040によってコリメートされる。

【0142】ここに記載したような広角度にわたって光を捕捉する集光システムは、一般に大きなアパーチャを有している。これによって、大きなコリメートビームが生じることになる。ここに指摘したように、このような

ビームは、例えば出力側のレンズが入力側のレンズより短い焦点距離をもつ望遠鏡光学系によって、直径を減じられ得る。このようにしてビームを絞ることは、ビーム内の非コリメート放射角を増大させることによって達成される。これは、光が投映レンズに捕捉されない程度まで広がる前に、投映システムの内部光路がどれだけ長くなるかということを制限する。

【0143】特定のシステムデザインが望まれる場合には、光を調整し、内部光路の増大を可能とするための幾つかの方法が採られ得る。この制限を処理する好ましい方法を、図51に示した。この方法は、ここでフレネル放物面反射器と呼ばれる反射面を形成することによって達成される（これと同一の理論が、フレネル楕円面反射器などの他の面を形成する場合に用いられる。）。

【0144】（図51の破線を示した）放物線の各部分を組み合わせることによって、これと同等な（図51の実線で示した）狭小な開口をもつ放物面5110が形成され得る。こうして、コリメートされたビームを絞る必要がほとんどなくなる。これによって、角度は増大することなく、しかもコリメーション長はより長くなった状態に維持される。

【0145】この制限を処理するための別の試みは、光ファイバケーブルにおいて用いられているアイデアを使用することである。このようなケーブルにおいて、光は長い距離を伝播し得るが、連続した低損失の内部反射のために、ビームの直径は、我々のシステムではライトバルブが配置される、「トンネル」の端に至るまで増大することがない。画像形成素子の照射をより均一にしたり、ビームの形状を画像形成素子の形状に合致させる等、ディスプレイシステムにとって重要な特性を得るために、光トンネルを利用することができる。複数のライトバルブを使用するときは、複数のトンネルを使用することができる。このトンネルは、ファイバの代わりに鏡面で形成することができ、正方形、円形等の種々の形状にすることができる。

【0146】入出力ビームを異なる分散度で異なる大きさにするように、トンネルは拡張又は縮小する形状にすることができる。ガラスや樹脂のような中実の物体は、全内反射を利用することにより、ミラートンネルとして機能する。ミラートンネルは、画像形成素子と寸寸であっても、それより大きくても小さくてもよく、必要であれば、その出力の後ろにある画像形成素子に光の大部分を受け渡すことができる。トンネルは、その断面が徐々に縮小又は増大するので、光の大部分がトンネルを抜ける前に受ける反射数が増加する。面の反射率が高く（例えば95-99%）ないと、光の多くが失われる。複合反射の利点は、複合反射によってトンネルの出力において光がより均一化又は「スクランブル」された状態になることである。これにより、トンネルへの入力時よりも出力時の方がビームが均一化されることになるので、ビ

ームに「ホール」、ホットスポット、その他の不均一性がある場合に、有用である。長いトンネルは、反射器、プリズム又はその他の方向転換素子を使用することによって、システムのコンパクト化のために「折り畳む」ことができる。そうすれば、トンネルの全長を長くとることができる。画像形成素子をトンネルの出力に配置することもでき、或いは、トンネルの出力を画像形成素子に集束させて画像形成素子に対する照射をより均一化することもできる。更に、トンネルの形状、そして特にその出力開口の形状（両者は同一形状でなくてもよい）を画像形成素子と同一形状にすることによって、光が画像形成素子を満たすことができる。この方法は、円形ビームが長方形の開口を照射する従来の映写システムに見られる「こぼれ損失」を最小限にすることができる。その結果、システム効率の大きな利得、即ち輝度を得られる。

【0147】フィールドレンズを画像形成素子の直前に設置すると、画像形成素子を照射する光の分散角が小さくなる（即ちコリメーションが増大する）。この様子を図67A及び67Bに示す。図67Aにおいて、光束6710の中心光線6730が画像形成素子の光軸と角度 $\theta$ を形成するように、トンネル6720の頂点から来る光6710が画像形成素子6750を照射する。最外端の光線6740は中央光線から $\phi$ の傾きを持つため、画像形成素子に当たる最外端の光線は画像形成素子の光軸に対して $\theta + \phi$ の傾きを持つ。図67Bに示すように、フィールドレンズ6760を使用して、中央光線6730が画像形成素子の光軸と平行になるように、光束6710を屈折させる。このようにして、画像形成素子の光軸に対する光線の最大の傾きは $\phi$ だけになる。その結果、光線がどのレンズアレーの素子を通ったとしても、画像形成素子を照射する光線は全て、画像形成素子の法線に対して同一の光錐角度でアレー素子を照射するので、画像全体に亘って均一な輝度を得られる。このように、各レンズアレー素子が許容角度内の光錐で照射されるので、画素孔が画像形成素子上のどの位置にあるかに関係なく、全ての光が画素孔に入射する。

【0148】非結像集光光学系がビームをさらに絞るために使用され、その結果、本質的に光源の大きさが光学的に減じられ得る。これによって、大きなアーク又はフィラメントを備えたより明るいバルブを使用することが可能となる。集光光学系は、通常は太陽熱集熱器用に光を集めるために使用されているが、これは、本来のアーク又はフィラメントよりも小さい領域に光を集めることができる。これによって、より大きなコリメーションが可能となり、より多くの光がより長い光路系内を伝播することが可能となる。このような集光光学系を表すために、通常、「組み合わされた放物面反射器」という名称が用いられる。しかし、この反射器の反射面は、実際には双曲線面状の壁面を有している。現在知られた2つの非結像光学系は、1960年代にその原型が創作されて

おり、それぞれ、「エッジ・レイ (edge-ray)」集光光学系及び「ジェオメトリック・ベクトル・フラックス (geometric vector-flux)」集光光学系と呼ばれている。

【0149】このような集光子は又、一面が平坦な辺で形成することができる。例えば、一面が平坦な4つの辺を持つ集光子を図68に示す。集光子は、均一なコリメートビームを生成するのに使用することもできる。集光子が広がるにつれて、光は斜面による反射によって、拡散度を減殺しながら且つコリメーションを増大しながら拡散する。これは、周方向に対称な集光子を使用しても可能であるが、一辺が平坦な辺を持つものを使用することで、画像形成素子の縦横比に整合するプロファイルのビームを生成することができる。これを図68に示す。同図で、光源6800は、その背後に、球面反射器6810を有する。反射器6810は、電球の実際のアーク又はフィラメントの近傍に形成される第2の光源として、後方の光を再結像させるものである。大きな球面を持つミラー6820は、これらの光源を集光子6830の入口に結像させる。集光子の後ろでは、レンズ6840が光のコリメーションの増大を補助し、この光が画像形成素子6850を照射する。画像形成素子6850の前には、入力レンズアレーを配設してもよい。

【0150】投射レンズに入射して画面に到達する光の量を更に増大するには、ライトバルブから投射レンズまでの距離を最小限にしなければならない(従って、コリメートされない光が投射レンズに入射する)。これを達成するには、投射レンズの焦点距離とFナンバーを最小限にすべきである。一般に、投射システムの光効率、そのシステムの光のコリメーションの度合いに強く影響される。光のコリメーションが低いほど、システムを貫通できる光の量が減少する。システムの部品点数が増すほど、その度合いが強い。ここに挙げた入力レンズアレーや誘電偏光子や、ホログラム、バイナリ(binary)光素子、プリズム等の色拡散素子等の輝度強化技術は、コリメーションの低下と共に効果が薄れる。従って、これらの強度増強技術を有効に利用して最大の輝度と効率を持つ投射器を実現するには、投射器内で光を十分にコリメーションしなければならない。

【0151】今日、ハイパワーの効率的ダイオードレーザが開発されているので、適切な色光のレーザ光源をこのような投射器の光源として使用し、最大のコリメーションを達成することもできる。スペckルは、回転位相板や固定式多周波位相板のような公知の方法で除去することができる。高変換率材料(例えばハライド金属)を使用し、且つ、アーク(又は、フィラメントを使用している場合はフィラメント)を可能な限り小型化した後、非コヒーレント光源の輝度を更に高めるためには、生憎、より高い電力を光源に供給するという方法しか残されていない。しかし、この手法では、アーク又はフィラ

メント全体の寸法を増大する必要がある。光源の寸法が増大すると、光のコリメーションはその分だけ低下し、光システムを透過できる光量が減少する。このことは、電力量の増加によるシステムの輝度強化には限界があることを示している。しかし、以下に説明する方法によって、光のコリメーションを最適化し、それを利用するシステムの性能を最適化することにより、輝度を一層増大することが可能である。

【0152】光源がコリメート用光素子(例えばレンズやパラボラ反射器)に比して小さくなるほど、光のコリメーションは増大するはずである。このことは、光源をコリメート用光素子から遠ざけて、大きな光素子を使用すれば、より大きいコリメートビームを生成できることを意味している。従って、スペース及びより大きいビームを形成することを代償に、光源は事実上、その大小に拘らず、如何なる拡散/収斂誤差にでもコリメートし得る。このことは、コリメートされたビームの大きさがライトバルブ又は照射すべき他の画像形成素子の大きさを超えると同時に無用化するように見えるかも知れない。しかし、この超過光は、コリメート状態を保持したままプリズムのような素子を持つ画像形成素子に向けて再び進路変更すれば、有効に利用することができる。これにより、投射レンズのFナンバーを低下させることになるが、より多くの光がシステムを貫通できるようになる。Fナンバーの低下は、大抵は許容でき、より高輝度の画像を得るためには、多少は犠牲にする価値がある。

【0153】例えば、画像形成素子として、画素型LCDを使用したシステムを考えてみよう。現行の能動マトリクスLCDの開口率は僅かに25%乃至45%である。典型的な画素は一辺が60ミクロンで、120ミクロンのピッチで並ぶ。既に述べたような入力レンズアレーを使用することは、高度にコリメートされた光の場合にのみ有用である。能動マトリクスLCDにおける通常のガラスの厚みは1.1mmである。屈折率が約1.53であることを考慮すると、その許容角度は約5度である。レンズ素子に例えば10度の角度で当たる光は、主に、LCDの不透明領域に集束し、レンズが無い場合よりも、局部発熱や損傷を招き易い。開口率25%、斜径4インチのLCDを例にとると、約150ワットの典型的な金属ハライドアーク(長さは通常、4又は5mm)は、同様の寸法の反射器により、約10度の発散度にコリメートされることになる。主に、ビーム内エネルギーのガウス分布のため、入力レンズ群の許容角度内に光エネルギーの大部分を集めると、入力レンズアレーの使用により、光のスループットを強化することができる(多分、50%まで)。

【0154】しかし、直径8~9インチの、より大きな(焦点距離が長い)反射器を使用すると、コリメーションが増し、光の殆どが5度の発散角度内に集中することになる。そして、LCDに直接到達する光のほぼ全部

47

が、入力レンズアレーによって画素孔に集束することになる。ビームの周辺を取り巻くプリズムを使用して、そのビームをLCDに屈折させると、実質的に全ての光をLCDの開口窓に集めることができる。この光は、5度の許容角度を超える角度でレンズ素子に入射する場合でも、その光は、以下に述べる理由により、システム内を進行することができる。

【0155】レンズアレーと画素孔との距離（ガラスで1.1mm、空気換算値で0.7mm）は、画素間距離（通常は約100ミクロン以下）よりも遥かに大きい。従って、LCDが照射できる角度は幾つかあり、約5度の許容角度を持つことになるだろう。（レンズレットの直角に当たってから）レンズレットによって導かれる光は、その背後の画素孔に入射する代わりに、その向こうの画素に入射する。図55は、LCDが垂直軸上で回転されたときに入力レンズによってLCDを透過した光の強度を示している。典型的なLCDを利用して84度回転させることで、7つの透過ピーク（約12度毎）が現れ、夫々、約5度の許容角度を持つ。

【0156】使用されるフィラメントが大きくなるほど、ビームの拡散度が増し、それに見合うコリメーションが得られる。9インチの円外の光をそれより大きい次の透過ピーク角に相当する角度にあるLCDに拡散させるために、第2の組のプリズムを使用することができる。即ち、この例では、光が例えば最大15インチの直径の円に拡散されるが、全ての光が僅か3インチ幅のLCD内を進行する。しかしこれより大きくなると、投射レンズのFナンバーが実用上可能な値より低くなる（そして投射器が余りに大型化して高価になる）と思われるので、非実用的であることは疑いない。より大きいLCDを使用したりLCDの壁を薄くしたりすれば、より多くの光が透過し易くなるだろう。典型的なビデオLCDでは、水平方向の行は1行おきにその前の行と1.5画素分ずれており、よりランダムに見える画素パターンを構成している。このことは、LCDを水平軸中心の回転によって得られるピークが、垂直軸中心の回転によって得られるピークよりも大きく離れていることを意味する。水平方向の画素ピッチが垂直方向の画素ピッチに等しいとすると、各ピークは、水平軸中心の回転では垂直軸中心の回転の時よりも2倍も離れることになる。

【0157】上下方向からLCDに向かう光は、2つの画素行によって上方又は下方に拡散されるか（角度の2倍）、或いは、上方又は下方に拡散されて次の行に当たってから、第2のプリズムで水平方向に半画素分拡散されることになる。これについては、種々の構成が可能である。特に、コリメートされた光で最適な動作をする他の輝度強化技術と組み合わせて使用できる投射システムにおいて、ほぼ全ての光を有効に利用できることに加え、この方法には以下の2つの主要な利点がある。

【0158】第1に、光源と集光子とを組み合わせた場

48

合、照射が不均一になり、画面に、強度のばらつきや色のばらつきが目立つことが多い。しかしこの技術を利用すると、光源の異なる部分からの幾つかのビーム（通常は9本）を上下に重合することにより、色と輝度をより適切に混合することができ、より均一な照射が可能になる。プリズムの角、及びプリズムと画像形成素子との距離は、ホットスポットをずらして「ホール」を均一に埋め、結果的に得られる照射の均一性を最善化するように、設定することができる。

10 【0159】第2に、照射システムは、典型的には、光源からの光を集め、円形のビームを作る。一方、大抵の光源は、矩形の画像を生成する。従来の投射器で画像全体を照射するためには、矩形の画像については円の直径が少なくとも矩形の対角線と等しくなるように比較の円を外接させなければならないため、光の約40%もの損失が生じる。しかし、上述した手法によれば、全ての光を損失なく画像に重ねることができる。この場合も、コリメートされたビームの直径、プリズム角、画像源からのプリズムの距離を適切に設定することで、最も均一な照射が可能になる。円形のビームからの光が矩形の開口をより均一に照射できるようにするために、画像形成素子の縦横比に最も適合する一対の円筒レンズを使用することができる。

20 【0160】図57は、円形のビームの各部分が矩形画像上にどのように重ねられ、高効率の均一な照射ができるかについて、一例を示している。均一な光を供給する光源からの光の大部分を集めるために、図39に示す高効率複合集光子を利用した例を、図58Aの上面図、図58Bの側面図で示す。両図において、画像形成素子の向こう側に配置される投射レンズは、図示を省略してある。省スペースと重量及びコストの低減化を図るため、標準的なレンズに代えてフレネル(Fresnel)プリズムを使用することができる。

30 【0161】他の実施例では、特に、光源から前後方向に、光の放射が全く又は殆ど無い場合（典型的な軸方向配列アークのように）、光を三日月状反射器で集光することによって一点に集中させることができる。余り大きなものを使用しなくても赤外光の大部分を取り出せるように、ホットミラーを焦点に幾分近づけて配置することができる。光を反射して、しかもライトバルブに送られる熱を更に低減するためには、コールドミラーを使用することができる。この焦点から拡散する拡散する光は、コリメートすることができ、一旦、フレネルレンズで充分な大きさに拡大される。

40 【0162】この構成の上面図及び側面図を図59A及び図59Bに示す。図60A及び60Bは、試験的なシステムのXY方向の光強度の、この構成で得られた画面上のプロットを示す。他の場合なら画像の中央に「ホール」を有するであろう光源は（パラボラが使用されているような場合）、ここでは均一な照度の画面を生成して

いる。この構成を利用した場合は、光を十分に拡散させつつ、ばらばらのビームを画像形成素子に集めて適切な角度で重合させるのに、距離を必要とするため、投射器が大型化しがちである（例えば、10インチ×10インチ×24インチ）。このような寸法的要件を緩和するために、種々の方法を利用することができる。

【0163】例えば、図61に示すように、集光子を有する幾つかの小型アーク（又はフィラメント）—低電力電球（6110）を、画像形成素子（6130）に対応するコリメートレンズ（6120）に対して正しく配置することによって、対応する画素に入射するように夫々コリメートされたビーム（6140）を生成することができる。

【0164】或いは、図62に示すように、より大きな単一の光源（6210）を十分に拡大して所望のコリメートを行い、これを大きなレンズ6270でコリメートした後、コリメートビームの各部分を、焦点（6250）に集めることができる。尚、焦点（6250）も同様に、コリメートされたビームを、それらが画像形成素子の近くのコリメートレンズ（6220）を透過できる正しい角度のコリメートビームを生成できるように、（ミラーやプリズム等によって）適切に設定される。

【0165】この構成の好ましい変形例では、各ビームに対して1つの中間集束レンズ又は複数の集束レンズを使用して、各ビームを結像させることができる。図65は、複数の集束レンズ6560を付加した例を示している。各レンズ6560は、コリメートレンズ6570の特定の部分の画像（画像形成素子と同一形状を有する）を画像形成素子6530に集束させる。その画像は、画像形成素子の一部又は全部を満たすように形成することができる。本願でしばしば述べているように、光を画像形成素子の縦横比に合わせるために、円筒レンズを使用することができる。この方法では、光を漏らさずに、画像形成素子6530を均一に照射することができ、しかも、画像形成素子6530を、入力レンズアレー6580で画素孔に正しく集束させる角度で照射することができる（後述する）。画像形成素子を適切に選択された軸外の角度から照射する光は、本願で説明しているように、対応する画素孔に入射することになる。

【0166】更に別の好ましい実施例では、図66に示すように、光源6600からの光が光トンネルに入る。レンズ6620は、トンネル（画像形成素子6660と同一形状を有する）の出力の画像をレンズアレー6630（フレネルレンズでもよい）の面に集束させる。フレネルプリズム6640は、その画像の各部分を画像形成素子6660に向けて屈折させる。集束レンズ6650は、6630にある画像の各部分を、画像形成素子6660上に結像させる。画面6630にあるレンズは、レンズ6620の焦点をプリズム6640を介して結像レンズ6650に合わせる。6630の中心部分について

は、6640の部分にプリズムは必要ない。トンネルからの光を6630の広い領域に見合った大きさに拡大することにより、拡散度は低減し、コリメーションは拡大率に応じて増大する。これにより、最終的には、面6630と画像形成素子6660との距離が縮小され、コリメート度が画像形成素子6600の前に配設されたレンズアレー6670の許容角度内に納められる。

【0167】あるいは、レンズ6620は、トンネル6610の出力を直接、画像形成素子6660上に集めるようにする（従って、6630、6640、6650を省略する）こともできる。トンネルから出る光の出力角度と、入力レンズアレーの許容角度（本明細書中で度々説明した）がわかれば、必要な拡大率が定まる。従って、画像形成素子の寸法を考慮して、逆に拡大率を使用すると、トンネルの出力口に必要とされる寸法が定まる。

【0168】他の実施例では（図63）、投射器全体の幅を縮小するために、光学系（6310）の4つの辺の周囲にミラー（6300）を適切に配置して、光を十分に拡散させ、必要なコリメーションを行い、更に、コリメートレンズ（6300）で正しい角度にコリメートし、画像形成素子（6630）を照射するように構成することができる。図63には、簡単のため、ミラーを2辺にのみ図示している。

【0169】赤色、緑色、青色の夫々の像を別々に変調するために3個のライトバルブを使用するのに対応して3つの光路がある場合、各カラー画像は、1つのフルカラー画像に再結合する必要がある。これは、図2に示すものを含む種々の構成で達成することができる。しかし、ライトバルブと投射レンズとの距離を最短にするには、ダイクロイックキューブを使用するとよい。このような公知のキューブは、立方体（キューブ）を形成するように組み合わせられた4個の正三角柱から成る。互いに接する面には、ダイクロイックコーティングが施され、3つのカラー画像ビームが1つのフルカラー画像に結合されるようになっている。従来のダイレクトビュー（direct view）型ライトバルブは、フルカラー画像を生成するためのカラーフィルタを利用している。カラーフィルタは、光を吸収する働きを持つため、光の約2/3を無駄にすることになり、しかも、その光を熱に変換するので、発熱の問題を増長している。

【0170】カラー画像形成素子を製造するための好ましい方法では、画像形成素子自体又は画像形成素子に隣接する基板にダイクロイックコーティングを行う。隣接する基板にコーティングした（ダイクロイックフィルタ板を形成した）ときは、そのダイクロイック板は、画像形成素子だけと、或いはカラーフィルタを利用する画像形成素子と組み合わせて、使用することができる。後者の構成は、ダイクロイックコーティングの狭帯域透光度

は、吸収性カラーフィルタの場合と同じように、モザイク状に塗布することができる。この様子を図76に示す。画像形成素子の直前には、一連の縞状のミラーが置かれている。各ミラーの幅は、水平方向の画素ピッチの2倍である。隣合うミラー間の距離は、水平方向の画素ピッチに等しい。2つのレンズアレーは、入射光を一連の平行な光線に変える。各光線の幅は、画像形成素子の水平方向の画素ピッチに等しく、隣合う光線間の間隔は、1つの光線の幅の2倍に等しい。光は、僅かな傾斜角（ダイクロイックミラーコーティングから縞状ミラーまでの距離及び水平方向の画素ピッチに依存する）でダイクロイックミラーを照射する。

【0171】光は、2つのミラー間の空隙を通過して進み、垂直方向の列の画素及び半画素を照射するか（図15Bに示すように一列置きに画素位置がずれている場合）、画素をまるごと照射する（画素が図15Aの配列になっている場合）。明確に理解するために、1つの赤の画素に当たる部分光を考える。赤色光は、ダイクロイックコーティング7610を透過するのに対して、青色光及び緑色光はミラー6620によって跳ね返される。このミラーで反射された後、これらのビームは、赤の画素の1つ先の青の画素7630を照射する。緑色光は、ダイクロイックコーティングを透過するが、青色光は再度跳ね返され、最後に縞状ミラーで反射され、青のダイクロイックコーティングと青の画素7640を透過する。

【0172】吸収カラーフィルタを使用することなく、かかるカラーモザイクを形成するための別の方法を、以下の実施例で説明する。図25は、ダイクロイックミラー2540によって、赤色ビーム2510、緑色ビーム2520及び青色ビーム2530の3つのコリメートビームに分解される白色光のコリメートビーム2500を示したものである。これらのビームは、その後、二重レンズアレー2550を通過する。この二重レンズアレー2550の各アレーは、ライトバルブ2560内の画素数と同数のレンズを含んでいる。各レンズアレーの1つのレンズによって形成される各レンズ対は、ガリレイ式望遠鏡を形成し、減じられた直径をもつコリメートビームを生じさせる。レンズの曲率は、各コリメートビームの直径が3:1の割合で減じられるように選ばれる。第2のダイクロイックミラー2570が、カラービームを寄せ集める。しかし、2つのミラーの変位により、ビームは、実際に重なり合うことはなく、カラーモザイクを形成し、どのような（前に図15を参照して説明した2つの装置のような）カラー装置においても選ばれる単色ライトバルブに照射される。

【0173】カラービームのモザイクを生成するための別の方法を、図26に示した。コリメートされた光2600が、二重レンズアレー2610を通過する。この二重レンズアレー2610もまた、1つのアレーあたり、

ライトバルブ2620内に存在する画素の数と同数のレンズを含んでいる。2つのアレーの焦点距離は異なっており、一連のコリメートビーム2630が形成される。各ビームの幅は画素の大きさに等しく、また、コリメートビーム間の間隔は画素のピッチの2倍に等しい。各コリメートビームは、3つの特別なミラーのスタックを遮る。

【0174】これらの「ミラー」は、互いに間隔をおいて配置されたミラー領域からなり、この間隔はミラー領域の大きさの2倍となっている。このミラー領域の幅は、ミラー面の法線に対して45°の角度でミラーに入射するとき、各コリメートビームが正確に、ミラーの形成された領域を満たすように選ばれている。レンズレットの1つから放射される単一のコリメートビームの光路をたどり、ビームはスタック内の最初の2つのミラー2640及び2650における間隔を通過し、第3のミラー2660上のダイクロイックミラー表面に達する。このダイクロイックミラーは、赤色光を透過し、青色光及び緑色光を下方へ反射させる。この青色-緑色ビームは、第2のミラー上のダイクロイックミラー領域に達する。この第2のミラーのダイクロイックミラー面は、緑色のコリメートビームを、赤色ビームに平行な方向に反射する一方、青色ビームを透過する。青色ビームは、標準的な平面ミラーからなる第1のミラーに到達することにより、赤色及び緑色ビームに平行となる。これらの赤色、緑色及び青色ビームは、ライトバルブ上の3つの画素に照射される。これらの画素は、単色であるが、それぞれ、赤色、緑色及び青色のデータをもってアドレス指定されている。あるいは、ダイクロイックミラーは、同一の結果を生じる層をなして配置されたホログラムによって置き換えられる。

【0175】図27に示した別の実施例では、（上述のような）コリメートされた微小なビームの1つ2700が、光を反射/回折し、本質的に赤色、緑色及び青色ビームに分解するホログラム2710にあたる。第2のホログラム2730、あるいは一連のプリズムが、軸上にないビームを軸上に位置するように曲げ、その結果、平行な赤色、緑色及び青色ビームが形成され、これらのビームは、その後前述のように、フルカラーライトバルブ2720に照射される。

【0176】白色光は、ライトバルブ又は他の画像形成素子を照射する前に、プリズム、回折格子、及び/又は、標準的なブレード(blazed)、バイナリ(binary)、その他のホログラムを通すことにより、異なる色のビームに分解することができ、異なる色の各ビームは若干異なる方向へ屈折されることになる。2つ（又はそれ以上）のこのような素子をカスケード状に連設し、分光されたビームがシステムの光軸と平行になるように、あるいは、緑色成分が光軸に平行になって緑色ビームの何れかの側の他の緑色ビームに向けて収斂又は拡散するよう

に、分光されたビームの進路変更を行うことができる。

【0177】このような構成は、照射ビームの正しい色成分を正しいカラーフィルタに導いて、3原色の色飽和値を上げ、より多種類の色をより正確に再生するために利用することができる。あるいは、カラーフィルタを使用せずに、異なる色のビームで対応する画素を照射することも可能である。図71に示す好ましい実施例では、白色ビーム7100が上述したような1つの素子7110（又は異なる色の累積拡散効果を持つ2以上の素子）を透過して、各カラー成分が若干異なる角度に進む、ほぼ完全に重畳されたビームを生成する。画像形成素子7130は、レンズアレー7120で覆われている。このレンズアレーでは、各レンズアレー素子7125がライトバルブ（又は画素別の画像形成素子）の垂直方向の画素ピッチに等しい垂直方向のピッチと水平方向の画素ピッチの3倍の水平方向ピッチで配列されている（レンズレットは、水平方向には水平方向の画素数の1/3の数だけ設けられる）。

【0178】この構成では、図15A及び15Bに示すように、各水平方向の行に画素がR、G、B、R、G、Bというように順次配列されるものとしている。このように順次配列された画素の行が互いにずれている場合は、レンズアレー素子も、それと整合するようにずらされている。夫々に着色されたビームは、互いに若干異なる方向に進み、各色の情報を持つ画素に対応する各レンズアレー素子7125によって夫々の位置に導かれる。即ち、スペクトルの赤色端は赤色情報を持つ画素へ導かれ、スペクトルの青色端及びスペクトルの緑色を含む中間部も夫々、同様にして導かれる。上述したように、画素に配置されたカラーフィルタは、色飽和値が上昇されているために、これらのビームを更に透過させることができる。付加的なレンズアレーを使用すると、スペクトルの各部分からの光を全て各画素に集めることができ、光の損失をほぼ完全になくすることができる。このことは後に詳細に説明する。これに代えて、拡散角度、レンズアレー素子7125の焦点距離及び画素からの距離を厳密に選定することによっても各色スペクトル部を正しく過することができる。即ち、ある波長を意図的に画素間の不透明部分に向けることによって遮断することができる。

【0179】必要があれば、緑色光の光軸が画像形成素子の法線と平行になるように、システムを特別に設計することができる。そのために、例えばプリズムを使用する場合、アクリルやポリスチレンのように、異なるアベ(Abbe) Vナンバーを持つと共に類似する屈折率を持つ異なる材料で、そのプリズムを形成することができる。プリズムを対向配置すると、緑色光を光軸上に移動させた上で、各色を拡散させることになる。回折格子やホログラムを使用する場合は、フリンジ間隔が相違するように形成することができる。

【0180】図72に示す別の実施例では、このような色拡散素子を2個（7210及び7220）使用している。これらは同一で、背中合わせに接しているときに、第1の素子の効果が第2の素子の作用で打ち消されるように、互いに対向して配置されている。しかし、両素子を若干離して配置することにより、別々の色が見られる。図72では、レンズアレー7230（この場合も、レンズは水平方向の画素ピッチの3倍のピッチで配列されている）の各レンズアレー素子は、光源からの画像を結像させる。各結像ビームが第1の色拡散素子7210を透過するとき、光源からの集束されたスポット画像が入射ビームの光軸に対して或る角度を持った色スペクトル線に拡散される。第2の色拡散素子7220は、中心の色（緑色）が画素孔7240の面に達したときにシステムの光軸に平行になるように、異なる色のビームの進路修正を行う。この場合も、個々のレンズアレーは、光の損失がないように、各スペクトル部分を夫々の画素に集束させることができるし、又、このような付加的なアレーを使用せずに、画素間の部分を利用して所定の波長を遮断することもできる。

【0181】システムの寸法、重量及びコストを低減するために、フレネルプリズムを使用することができる。ホログラムや回折格子を使用する場合は、位相回折格子が最も高い効率を示すだろう。第1オーダー(first order)のうちの1つを使用して、他の第1オーダー、ゼロオーダー(zero order)及びそれより高いオーダー(higher orders)を抑制することができる。ホログラム及びブレード(blazed)回折格子は、特定の波長で最大の機能を発揮する。したがって、最大の効率を得るには、3個使用して、夫々のピークを所望の波長（赤、緑、青）に合わせるとよい。

【0182】同じレンズアレーを使用して光を各色に分離する他の方法では、ダイクロイックミラーを使用する。図73はその1つの方法を示している。この構成では、ダイクロイックミラー7310、7320、7330（最後のミラー7320としてはダイクロイックミラーでなく全面ミラー又はプリズムでもよい）によって、白色光7300が3つのカラービームに分解される。これらのミラーは、対応する各カラービームをレンズアレー7340の各レンズアレー素子7345を透過させて、対応する色画素情報を含む画素7350を正しく照射させるように、夫々配置される。全面ミラー7315は、例えば、ミラー7310で反射するビームをレンズアレー7340に正しく配向させるために使用することができる。

【0183】カラービームのモザイクを形成するためにダイクロイック又はホログラフィック系を用いることは、またカラーフィルタモザイクと共同してなされ得る。光はフィルタに達する前に、適当に色付けされているので、あまり吸収されず、よって選別された飽和色を

生じる。偏光面を回転させるライトバルブシステムは、効率が悪く、なぜならば、偏光面を回転させるために、ライトバルブは偏光した光によって照射されねばならないからである。今日使用されているシステムは、望まれた方向に偏光する光を除く全ての光を吸収することによって（非能率的に）偏光した光を生成するシート状の偏光子を用いて、偏光した光を生成する。これは、光の2/3以上を浪費し、偏光子を加熱させる。今日使用されているライトバルブシステムにおいては、偏光子はライトバルブ上に取り付けられている。したがって、偏光子が加熱されると、ライトバルブが加熱され、システムを通じて伝播される光の量が制限されることになる。

【0184】このライトバルブの加熱の問題に対する1つの解決法は、偏光子をライトバルブから十分離れた位置に取り付け、偏光子を直接冷却することである。シート状の偏光子の非効率性を解消するより良好な解決法は、偏光に際してマクニールプリズムを使用することである。マクニールプリズムは、プリュスタ角のような一定の角度をなして誘電体表面に入射する光が、略直交する偏光状態を有する反射及び透過ビームに分離するという事実を応用したものである。この効果は、互いに接合されてキューブを形成する2つのガラスプリズム間の表面上に、真空蒸着などによって誘導体の多層コーティングを施し、屈折率を変化させることによって最大となり得る。

【0185】キューブが適当に形成された場合、キューブに入射する光の約50%がP偏光した光として透過し、残り50%の光がS偏光した光として対角面によって反射される。たいていのシート状偏光子は、これらにあたる光の約65%~75%を吸収し、このキューブから放射される1つのビームを用いることによって、ライトバルブが利用可能な光の量を増大させ、吸収によって加熱されるシート状偏光子によって引き起こされるライトバルブの加熱の問題を著しく改善することができる。実際には両方のビームが使用され、ライトバルブ用の偏光した光を生成する過程で、極めて微量の光しか浪費されないようになっている。

【0186】2本のビームは、2本のビームが平行に並んだ光のビームとして結合されるとき、キューブから放射されるビームの一方を、その偏光面が回転するように反射するミラーとともに使用される。図44に示したように、キューブ4400によって反射されたS偏光した光は、ミラー4410によって下方へ反射され、その光の偏光面が水平に対して回転する。ミラー4420として図示した第2のミラーが、この光を、キューブから放射されるP偏光した光の方向に反射する一方、その偏光方向は維持する。このミラーを直角に配置することによって、このビームは、キューブから放射されたP偏光したビームの高さまで反射される。このビームは、その後

ミラーによって前方へ反射され、あるいは、図示したように、プリズム4430によって前方へ屈折され、キューブから放射されるもう一方のビームに、その伝播方向並びにその偏光面の両方において平行な第2の光ビームを形成する。各ビームは、互いに直角に隣接するレンズ及びミラーを用いることによって焦点に集められ、単一の偏光した光ビームを形成する。ここに記載した別の方法が、また、ビームを結合させるために使用され、2本のビームはライトバルブに照射される。

10 【0187】偏光ビームスプリッターキューブ5400によって生成される2本のビームを使用する好ましい方法を、図54に示した。この方法によれば、キューブの誘電体のコーティングが施された対角面に平行なミラー5410が、キューブに隣接して配置され、直交する偏光を有する2つの平行に並んだビームを生成する。2分の1波長板5420を一方のビーム内に配置することにより、同一の偏光を有する平行に並んだ2本のビームが生じる。生じたビームの大きさ及びアスペクトレシオは、球面レンズ5430、及び必要な場合には円筒型レンズ5440を使用することによって変化させることができる。

20 【0188】大きなビームが偏光されねばならない場合には、マクニールプリズムの使用は、重い、大きな、中身の詰まったビームスプリッターキューブを必要とする。このビームスプリッターキューブは、製作コストが高くつきしかも大きなスペースを必要とする。したがって、微小な光ビームが使用される。しかし、付加的なレンズ、及びビームの大きさの変化に適合する付加的なスペースを使用することが必要である。ビームの大きさを感じることによって、非コリメート放射光の角度が増大し、かかるキューブ内で非効率な偏光がなされる。軽量でスペースをあまりとらないマクニール板状偏光子が使用され得るが、これは非常に狭小なバンド幅でしか機能しない。ビデオ投影システムにおいては、本発明によって考察したように、白色ビームが、例えばダイクロイックミラーシステムによって、3つの色成分ビームに分解される。これらの分解された3つの色成分は、その後3つのマクニール板状偏光子に送られる。これはスペースを節約し、重量を軽量化するにもかかわらず、色ビームの分解及び再結合に必要な光学系が、節約されたスペース及び軽量化された重量と同量の又はそれ以上のスペース及び重量をとる。さらに、3つのマクニールビームスプリッタープレートは、システムの製作コストを著しく増加させる。

40 【0189】出願人は、マクニールプリズムビームスプリッターと同等の機能を有するが、プレートの外面に多数の微小な鋸歯を形成し、鋸歯のそれぞれが通常のプリズムとして機能する「フレネルマクニールプリズム」を発明した。このプリズムは、従来のプリズムよりはるかに軽量であり、スペースもとらず、可視スペクトルの全

領域にわたって機能し、かつ安価に製作できる。

【0190】このような装置を図78に示す。好ましくはポリカーボネートのような樹脂で形成された鋸歯状部材7800の平坦面上には多層誘電コーティング7800が形成されている。鋸歯状部材7800は、コーティングの後、もう1つの対応する鋸歯状部材7820と接合されて偏光分割板7830を形成する。コリメート光7840は、偏光分割板7830を45度の角度から照射する。各対の鋸歯（例えば7850）は、マクニールプリズムとして働き、P偏光された光（以下、P偏光という）を透過させてS偏光された光（以下、S偏光という）を直角方向に反射する。P偏光とS偏光の分離は、偏光分割板7830全体で行われる。他の箇所でも述べるように、S偏光は、例えばミラー7860で反射されて半波長板870を透過し、画像形成素子に向かって進む前に、P偏光になる。標準的なマクニール偏光キューブの場合と同様に、これらの2つのビームは並んで、あるいは重なって、画像形成素子を照射する。

【0191】マクニール偏光器のようなこの種の偏光器は、標準的なシート状偏光器に見られる光の吸収や加熱に起因する光の損失を防止する。又、偏光すべきビームが大きくなるにつれて重量及び価格が増大しがちなマクニール偏光器のプリズムのコスト及び重量の低減に寄与する。

【0192】図54に示すビーム分割キューブ5400及び反射器5410から成る構成は、重量及びコストの低減化に加え、小型化にも有利である。そのための構成の一例を図64Aに示す。直角プリズム6430をこれらのプリズムのうちの1つに合体させてビーム分割キューブ6410を形成することにより、長斜方体6450ができる。これは、ポリカーボネートのような中実の部材で形成することができる。この長斜方体は、符号6420で示す接合面の一方の面に適当な誘電コーティングを施してから、キューブの他の直角プリズムと合体される。6440は、図54に符号5420で示すような半波長材料を示す。これらのユニット6450の幾つかは、例えば、入射光6400の光軸に対して22.5度の傾きを持つ線に沿って配置することができる。これらの個々のユニット6450は、適当な固定具6470で結合された複数の平板6460の間に保持することができる。ランダムに偏光されて、偏光プリズム及び反射器から成るこのアレイに入射するビーム6400は、直角方向に反射されて直線方向の偏光ビーム6480として出ていく。

【0193】この構成は、例えば部材6435、6415を射出成型により大量生産できるように変形可能である。これらの部材は、接合面6425の何れかの面に適当な誘電コーティングを施してから、接着剤で接合することができる。ランダムに偏光されて複合体6455を照射する光6405（図64B）は、P偏光及びS偏光

の何れかのビーム6465に分割され、入射方向6405に対して直角方向に進む。同一の偏光の全てのビーム中に配置された半波長部材6445を通過後は、その出てくる光は一定の方向に直線的に偏光される。このビームは、必要に応じて、元のビーム径6485をもって元のビーム方向6405と平行に進むように、進路変更することができる。そのために、例えば、ミラー面又はプリズムを構成する2重のレンチキュラレンズ6490と「フレネルミラー」6495とを使用することができ

10 10 する。

【0194】図78のフレネル偏光板7830は、45度で照射する必要がある、図64Bのフレネル偏光板6455は22.5度で照射する必要がある、何れも、マクニール偏光ビーム分割器と同じスペースを必要とする。このスペースに関する要件は、フレネル偏光器の種々の形状のうちの何れかを選択することによって軽減することができる。以下に、その幾つかの例を挙げる。

【0195】例えば、ポリカーボネートのような樹脂で成型され、レンチキュラレンズと結合された図79に示すような鋸歯体は、偏光構造体を直角な入射角で照射する場合にも、白色光を偏光させる。コリメート光7900は、二重レンチキュラレンズ7910（正のレンズと負のレンズとが対になり、ケプラー望遠鏡を形成するもの）を照射して、対応するレンチキュラレンズ素子の半分の幅のコリメート光7920になる。各ビームは、一面が平坦で他面が複数の45度の斜面で形成される第1の樹脂素子7950の一部を透過する。第1の樹脂素子7950には、少なくとも左下から右上に傾斜する全ての斜面に、屈折率の異なる材料、例えばSIO<sub>2</sub>及びTIO<sub>2</sub>を公知の方法で積層することにより、誘電コーティング7960が形成され、マクニール偏光器を構成するようになっている。このコーティングには、もう一つの同一の樹脂部材7970が接着される。

【0196】基板7950を透過する各光ビーム7920は、コーティング7960で干渉され、全てのP偏光が、樹脂部材7970の平坦面から出る一方、全てのS偏光が、右に反射されてからコーティング7960によって光源の方向に再度反射される。その光ビームはその後、1/4波長板7940を透過して、扇状に偏光される。ミラー7930による反射の際、扇状に偏光された光は、向きを(handedness)逆にし、再度1/4波長板7940を透過した後、P偏光になり、コーティング7960及び樹脂部材7970を透過できるようになる。従って、樹脂部材7970から出るビーム7980は、ほぼ完全なP偏光である。

【0197】この構成の変形例を図80に示す。この構成例では、部材8050及び8070が、光軸に平行な面と45度の斜面とで鋸歯面を形成している。先の例と同様に、レンチキュラレンズ8010は、各レンチ

キュラレンズ素子の半分の幅の平行なビーム8020を生成する。この例でも、P偏光は多層コーティング8060を透過して8070から出る。しかし、この例では、S偏光は、隣の斜面に横に反射し、もう一度コーティング8060によって光軸に平行に反射される。このS偏光は、その後、半波長板8040を透過し、P偏光になる。従って、この偏光器から出るビーム8080は、基本的にP偏光である。

【0198】この構成の望ましい変形例を図81に示す。この変形例では、部材8150の鋸歯数が8170の鋸歯数の半分である。両部材の全ての鋸歯は寸法が同一であるから、部材8150の鋸歯の間隔を部材8170の鋸歯の間隔の2倍にすることによって、この構造を得ることができる。8160上に適切なコーティングを施した後、2つの部材8150と8170は前例と同様に接合される。この例では、レンチキュラレンズから出たP偏光が光軸に平行に直進する。S偏光は、多層コーティング8160で光軸に直角に反射され、8170から、隣の鋸歯に入射する。このビームはその後、全内反射によって光軸に平行に反射される。半波長板8140を透過した後、S偏光はP偏光になる。従って、最終的なビーム8180は、基本的にP偏光である。鋸歯の寸法をそのままにして、レンチキュラレンズ及び半波長板のセグメントのピッチを2倍にするように、鋸歯の配列を変更することができる。その例を図82に示す。

【0199】図64に示すシステムの変形を用いることによって、この構成は可能である。これを図85に示す。同図で、入射光8500は、二重レンチキュラレンズアレー8510によって、各ビーム間の間隔が各ビームの幅と同じであるいくつかの平行なビーム8520に分割される。これらのビームは、部材8530を直角の入射角で照射する。部材8530は、例えば2つの射出成型部品8540、8550で形成することができる。これらの部品は、斜面8560を多層膜でコーティングしてから接合される。8530から出る1つ置き of the ビームに対応して配設された半波長部材8570は、入力ビーム8500と同径で同方向の一つの直線変更ビーム8580を生成する(但し、一次元では入力ビーム8500の2倍の広がりをもつ)。

【0200】その他、種々の類似例も可能であり、本発明の範囲に含まれる。マクニール又はフレネル偏光器の寸法、重量、コストの低減を可能にするもう一つの方法は、ホログラムか簡単な回折格子を使用することである。広帯域マクニール又はフレネル偏光器に必要なプリズムは、入射光を受けて、それを多層コーティング上にブルースター(Brewster)角で当てるように屈折させる。出力プリズムも同様に、多層コーティングから出る光を受けて、再び光軸に平行になるように屈折させる。これらのプリズムの代わりに適切なホログラムや回折格子を使用すると、遥かに狭いスペースで(多層コーティ

ングは光軸に直角に形成することができるので)同じ作用が得られる。

【0201】上述したマクニール偏光器及びフレネル偏光器は、何れも、真空蒸着を要する多層コーティングを使用している。これは若干のコストの増大と時間の浪費を招く。一回の曝露(exposure)で記録できるホログラムは、多層コーティングの代用として、低コスト及び短時間で形成できる。これは、互いに干渉するビーム間の角度が90度より大きくなるような厚みのあるホログラムを形成することによって達成できる。乳剤中でできる縦波パターンは、一回の短時間の曝露によって高低両屈折率の交互積層膜になる。この「積層」は、形状及び機能の面で従来の真空蒸着で生成される積層に類似する。ホログラムは、所定の波長で最も高い効率を示すので、白色光を使用する場合は、いくつかのホログラム(例えば、赤をピークとするもの、緑をピークとするもの、及び青をピークとするもの)を重ねることにより、最善の性能を実現することができる。3つのホログラムを夫々別体に製作して組み合わせてもよいし、あるいは、乳剤に3つの離れた曝露部を形成し、トリエタノールアミンのような物質で、夫々の曝露部の基準ビーム角及び乳剤の厚みの何れかを定めるようにしてもよい。

【0202】例えば、図54、64、80、81、82、85に示すような種々の構成で、多層コーティングの代わりにコレステリック状態乃至ネマチック状態の液晶を使用することができる。液晶は独特の異方性光特性を有するので、これを利用することにより、偏光されていない光を右向き及び左向きの回転偏光ビームに分割することができる。1つのビームを反射した後は、両ビームが同じ向きに回転偏光するようになる。従って、1/4波長板を透過すると、これらのビームは直線偏光に変換される。コレステリック状態のフィルタは、特定の波長で最高の効率を示す傾向があるので、幾つかの「同調フィルタ」(例えば赤用、緑用、及び青用)を重ね合わせたものを利用して、白色光の効率的な偏光を行うことができる。直角の入射角で照射可能な比較的薄い「偏光板」又は「フレネル偏光器」を製作するためのこれらの方法は、何れも、既にシート状偏光器が使用されている場合にも、光の透過量が余りに少ないためにシート状偏光器が使用されていない場合にも利用することができる。このような方法は、車のヘッドライトやフロントガラスを垂直軸に偏光するためにも使用されている。こうすることで、近づいてくるヘッドライトからの眩光を大幅に低減する一方で、自分の車のヘッドライトからの光も含む、一旦何らかの物体による反射で拡散された光の大部分を、フロントガラスを透過させてドライバーの目に到達させる。

【0203】通常のレンズを通過する直線偏光した光は、もやは正確に前の直線偏光状態を維持していない。これは、レンズが、上述の誘電体中での偏光効果のため

61

に通過する光の偏光状態を変化させ得る湾曲面からなっているからである。レンズの表面が連続的に湾曲し、光のビームの異なる部分に対してその角度を変化させるので、ビームの異なる部分の偏光状態は、異なって変化する。これは偏光した光を用いてライトバルブによって生成される像のコントラスト及び色の忠実度を低下させる。この問題を解決するために、偏光子が使用される場合に、可能な場合にはいつでも、この偏光子の全てのレンズの後方に配置されなければならない。好ましい解決法は、たとえ幾つかが連続的に使用される場合であっても、できるだけ薄く、湾曲した表面上に効率のよいARコーティングを施されたレンズを使用し、光が一定の角度で入射したときに生じる偏光作用を最小限にとどめることである。

【0204】マクニール偏光ビームスプリッターは、入射光の約50%をP偏光した光として透過するものであり、各ビーム、特に反射されたS偏光ビームは、幾分純粋ではない。言い換えれば、透過されたビームは、主としてP偏光されるが、P偏光状態にない光を幾らか含んでおり、一方、反射されたビームは、主としてS偏光されるが、S偏光状態にない光を幾らか含んでいる。このような微小な「偏光の混合」は非常に目につきやすく、完全に黒い領域を投映することが困難となり、コントラスト及び色の飽和が減じられる。この問題を解決するため、偏光子は、マクニールビームスプリッターとライトバルブとの間に、それらの軸を平行にして配置され、相対的に光の損失が微小となるが、望ましくない偏光状態の光が除去され、コントラストレシオポテンシャルが、約20:1から約1000:1に改善され、光の損失が13%~35%に増加するのみで、偏光子の使用による光の2倍の光が残される。

【0205】ダイクロイックビーム組み合わせキューブを使用し、微小な空間内において、3つの独立に色付けされた結像ビームからフルカラーの像を生成することを、上で説明した。同一のキューブがまた、マクニール偏光ビーム組み合わせキューブとして機能すべくコーティングを施され得る。このキューブは、偏光した光を使用するライトバルブに対するビームアナライザーとして機能する。この装置によって、1本のビームがキューブを透過し、他の2本のビームが内面によって反射される。その結果、透過ビームはP偏光し、反射ビームはS偏光する。ライトバルブを励起する、キューブによって透過される光はP偏光し、他の2つのライトバルブは、S偏光した光で像を形成するように製作されねばならない。ここに記載したマクニール法によって偏光した光は、全て1つの偏光状態にあるが、直交する偏光を必要とするライトバルブに入射する前に、2分の1波長板によってその偏光面を回転せしめられ得る。

【0206】しかし、より簡単で安価な方法として、複数の同一のライトバルブを使用し、(必要とされる偏光

62

に関して)他の画像形成素子からの異なる偏光の出力を生成するライトバルブの後ろに半波長板を設けることができる。画素間には光を通さない部分があるので、能動マトリクス型ライトバルブに特に顕著に大きな効率の損失が見られる。この部分に当たった光は、画面には到達せず、投射画像の輝度を低下させると共に、ライトバルブを加熱する。実際に、照射された光の約25%乃至45%しかライトバルブを透過しない。この問題に対処するためには、画素間の不透明部分を回避して、光を画素孔に強制的に集める必要がある。そのための好ましい方法では、集光システムからの光を画素孔に集束させるためのレンズを使用している。所定のライトバルブに対して画素孔の寸法は一定とされる。電球(bulb)を選択することでフィラメント又はアークの寸法が決まる。選択された光源から、できるだけ多くの光を画素に導くには、幾つかの要素を考慮に入れる必要がある。

【0207】横方向のフィラメントやアーク源を使用することもできるが、軸方向のフィラメント又はアークを反射器内に設けることが好ましい。これには以下のような理由がある。

1. 光源が反射器に近づくほど、光のコリメーションが乏しくなる。軸方向の光源は反射器から最も遠くてよいが、ほとんどの横方向の光源は、反射器に近寄るざるを得ない。

2. 軸方向の光源は、その光の大部分を、反射器で反射されるように斜めに放射し、反射器の基部(base)又は前方に向かう光は全く又は殆どない。横方向の光源は、その光の多くを反射器の全領域中で(コリメーションの面で)最も機能しにくい基部と、反射器が全く存在しないために反射器の作用を受けられない前方に放射する。

【0208】3. 軸方向光源が反射器内で対称になるため、画像形成素子の照射は横方向光源の場合に比べて遥かに対称的になる。

4. 横方向の光源は、画像がレンズアレーによって集束されるには、縦方向の光源よりも遥かに大幅な縮小を必要とする。実用上、縮小率には限度があるので、横方向の光源を使用することは、レンズアレーによって画素孔に集束され得る光の量を更に減少させる原因になる。

5. これらの問題の幾つかは、球面後方反射器と集光レンズとを使用することで解決されるが、そうすると、光源の横幅を2倍にする(コリメーションを悪化させる)ことになるし、大方の光が反射器にも集光レンズにも入射できなくなるから、光の大部分を損失することになる。

【0209】ライトバルブにおいて使用されているガラスの厚さは、レンズアレーが画素ホールにどれだけ密接するかを制限し、したがってレンズアレーの焦点距離がどれだけ短いかを制限する。集光光学系の焦点距離のレンズアレーの焦点距離に対する比は、フィラメントあるいはアークの像の縮小の減少率を決定する。大きな集

光焦点距離を得て、縮小率が画素中にフィラメント／アークの完全な像が結像されるのに十分な大きさとなり、集光焦点距離が増大することによって、フィラメントから集められる光の量が減少するようにすることが好ましい。したがって、集光焦点距離はできるだけ短くなるが、フィラメント／アークの像が、(回折による不鮮明さを考慮して)画素中に適合するのに十分に縮小されるようにしなければならない。故に、最小の許容される明るさを生じさせる、最小の大きさのフィラメント又はアークを備えたバルブを選ばなければならない。

【0210】与えられた画素の大きさ、最小のレンズアレー焦点距離、与えられたフィラメントの大きさ、単位面積あたりのフィラメントの最大効率、及び最小の集光レンズ焦点距離によって、画素ホールを通過し得る最大の光量が決定される。これらのパラメータを用いて、光源及びレンズが、与えられたライトバルブに対し、できるだけ多くの光がライトバルブを通過するようにすべく選択され得る。前に説明したように、コリメートホログラムを使用する、あるいは非結像集光光学系を使用する方法によれば、フィラメント／アークの大きさを小さくすることができ、画素ホール内により多くの光を集めることができる。

【0211】画像形成素子の前に単一のレンズアレーを配置することでスループットを若干増大させることができるが、光源が微細であるために光が完全にはコリメートされない現実のシステムでは、使用される光学系の形状によるいくつかの問題がある。その一つは、不均一な照射のために各画素の内部構造が見えてしまうという問題である。この問題に対処する一つの方法は、コーラー(Kohler)型照射装置を使用している。この種の装置では、(フィラメントの場合のように)たとえ光源が均一でなくても、照射された領域はかなり均一に見える。入力レンズを集光レンズと同視することができ、ライトバルブの後ろの画素結合レンズをシステムの投射レンズと同視することができる。この場合は、光源は画素結合レンズに、又はその近傍に集束される。この様子を図34に示す。画像形成素子(画素結合用)の後ろのアレーの何れかの点における照度は、光源の輝度及びその点が照射される立体角に比例する。

【0212】図34に示すように、各画素の各画像を拡大して、画像中の画素間空隙を除去するために画像形成素子3430の後ろに配設された出力レンズアレー3420の中心に対する照射角3410は、画素孔が光錐全体を画像形成素子の後ろのアレー素子まで透過させるとすると、画像形成素子の前に配置されたアレー素子3440が形成する角度である。図34に示すように、画像形成素子の後ろのアレー素子の下縁3450の点に当たる光を見ると、画素孔の下縁が画像形成素子の後ろのアレー素子を照射するための光錐角3460を制限していることがわかる。従って、画像形成素子の後ろのアレー

素子の縁に沿った照射は、その素子の中心への照射の約50%でピークに達し、隅部では約25%に落ちる。

【0213】各画素がその中心で最も明るく、縁で暗い場合、実際には画素間に空隙がなくても、画素の配列が画面に見えることがある。この問題は、第2のレンズ又はフィールドレンズを使用することによって回避することができる。図36に示すように、理想的には、画素面にあるフィールドレンズアレー3600が、(画素孔で遮断されて)ライトバルブの後ろのアレー3610に到達しそうな光を方向転換させ、その結果、最後のレンズアレー3610からみて、均一な照射を行えるようにしたい。しかし実際には、フィールドレンズアレーを、正確に画素面に配置することはできない。そこで、フィールドレンズアレーを2つのレンズアレーに分割して、ライトバルブの両側に、ライトバルブにできるだけ近く配置することはできる。

【0214】このような構成では、図56に示すように、第1のレンズアレー5610が、第1のフィールドレンズ5620の援助を得て、光源の画像を画素孔の向こう側の領域5630に結像させる。第2のフィールドレンズ5640(ライトバルブの後ろの第1のレンズアレー)は、その光を最終レンズアレー5650の方向に案内するのを援助する。この最終レンズアレーは、投射レンズによって画面に投影すべき画像を構成するその画素の画像を拡大する。この画素の拡大された画像は、先に説明したように、隣の画素の拡大された画像と合体し、画面上に、画素間空隙のない連続した画素による連続した画像を形成する。

【0215】図56で、第4のレンズ素子5650は実際には不要であって、第3のレンズ素子5640は、画素結合を達成するために、ライトバルブの後ろの所望の位置に配置できることがわかる。しかし、この場合は、画素結合レンズの実際の配置位置がどこであっても(但し、正しい焦点距離を有する必要がある)、画素孔による「ぼやけ」のない、均一な照射を受けた画素が得られるものと考えられる。従って、1つだけでなく、2つの入力レンズアレーを使用することで、画素の照射の均一性を改善することができる。光をして、画素孔を通過させるために、レンズを使用するに当たり、画像形成素子の前に単一のレンズアレーを置く方法では軽減されない最も深刻な問題は、画像形成素子としてのガラスの厚みの問題である。図35は、光源からの光が画素孔に集束される仕組みを示す。

【0216】光源が、ランプフィラメント3500の中心として表した、真の点光源であるならば、光は、ライトバルブの前のアレー素子3510を通過する結果、画素3520の中心に集まり、その後、ライトバルブの後ろのアレー素子3530の全体に照射される。これは、スクリーン上の各画素の全体にわたる一様な照射を引き起こす。しかしながら、フィラメントは広がっており、

真の点光源ではないので、光は、別の位置から別の角度で、ライトバルブの前のアレー素子に入射する。図示したように、フィラメントの下端3540から放射される光線は、画素ホール3550の上端に集まる。この点から広がった後、光の幾らかはライトバルブの後ろの対応するアレー素子に向かわない。これは、また、ライトバルブの後ろのアレー素子に対する一様でない照射を引き起こし、隣接する画素に幾らかの光が照射されることに加えて、スクリーン上の画素に対する一様でない照射を引き起こす。この光がスクリーン上において曲折する場合には、それは隣接する画素におけるコントラスト及びカラー忠実度を低下させる。

【0217】光を画素に集束させるための別の方法として、ガリレオ型又はケプラー型望遠鏡アレーとして、2つのレンズアレーを使用することができる。この方法によれば、第1のレンズアレー素子に入射するコリメート光が、やはりコリメート光として画素に入る。しかし、現実の光源は微小な広がりしかもたないから、コリメートされた光の束は、光軸から外れた種々の角度で第1のレンズアレーに入ることもある。この場合も、余りに大きく光軸から外れた角度で入射する光は画像形成素子の不透明領域に当たることになるので、画素孔に入る光量には限界がある。

【0218】例えば、典型的な能動マトリクスLCDのガラスの厚みや、典型的な画素孔の大きさを考慮すると、LCDの外側に向けて配置されたレンズアレーで生成される最も早い光錐は約F6であろう。このFナンバーは低減可能であり、レンズアレー素子の許容角度は、より薄いガラスを使用するか、あるいはLCDの何れかの辺を構成するガラス内にグリーン(GRIN)レンズを形成することにより、増大することができる。何れの方法も、レンズを画素孔に近づけて許容角を約2倍にすることを図っている。収差がFナンバーのそれ以上の低減値を制限することができる。

【0219】ライトバルブの設計変更を必要とし、既存のLCDを利用するこれらの方法の他にも、画像形成素子を通過する光のスルーットを増大させる好ましい方法として、第1のレンズアレーが光源の画像を画素孔の大きさにするようになっている2つの入力レンズアレーを使用する方法がある。その途中には、ガラスのスペースは無いので、F2.5レンズを使用して、システムの許容角度を増大することができる。第2のレンズアレーは、光源の部分画像を画素孔に1対1で結像させることで、画像形成素子のガラスの厚みに対する依存性を除去している。この様子を、図69に示す。同図で、6910は第1のレンズアレー素子、6920は光源の部分画像、6930は第2の入力レンズアレー、6940は画素孔を示し、6940に生成された画像は6920の画像である。

【0220】6920の光源画像を画素孔の大きさにす

るには、そこから出る光の角度が増大し、光は第2のレンズアレー内の複数のレンズアレー素子に向かい、複数の画素に集束されるようにする。従って、一つの部分画像からの光は、この構成の場合、一つ置きに画素に(図示したように)向かう。全ての光は、画素孔を通り、画素間の空隙には集束しない。この場合、光の第1のレンズアレーに対する入力角は、慎重に制御する必要があり、そうでないと、跳び跳びの画素にその他の画素と異なる輝度が現れることになる。このように、入射角の慎重な制御への依存性を低減するために、第2のレンズアレーのレンズアレー素子を画素孔と同一寸法にし(各方向のレンズアレー素子の数を2倍にする)、第1の入力レンズアレー素子によって形成される光源画像からの光が第2のアレー上の数個のレンズアレー素子と、それと同数の画素孔とを、どの画素も飛ばさずに照射するようにしてもよい。この様子を図70に示す。

【0221】種々の変形も可能である。例えば、第1の入力レンズアレーで形成された光源画像は、必ずしも画素と同寸である必要はない。この場合、レンズの距離及び焦点距離を、光源画像の部分画像を画素孔に対して1:1以外の関係で画像化するように変更できる。この場合も、2つの入力レンズアレーを使用する方が1つの入力レンズアレーを使用するよりも有利である。光は完全にはコリメートされないから、入力レンズアレー系の許容角度を増大することで、より多量の光が画像形成素子の画素孔に到達する。

【0222】フィラメント画像が均一でない場合は、第2のレンズアレー素子が、均一に照射された第1のレンズアレー素子の画像を画素孔に集束できるように、距離を調整することができる。或いは、第2のレンズアレー素子が(均一に照射されている)第1のレンズアレー素子の部分画像を画素孔と同寸に形成できるように、3つのレンズアレーを使用することができる。この部分画像は、第3のレンズアレーによって画素孔に集束されることになる。

【0223】光は、結像レンズによって集束される結果、入力レンズアレーで画像形成素子に送られ、光トンネルの出口の画像を形成することができる。入力レンズアレーの直前にフィールドレンズを配置することによって、各光束の主要光線を、システムの光軸に平行に屈折させることができる。フィールドレンズを使用すると、画像形成素子を照射する光の入射角を、全ての点において減少させることができる。これにより、画素ピッチと同一のピッチの入力レンズの使用が可能になる。光は、その主要光線がシステムの光軸に平行でない場合でも、画像形成素子に到達し(収斂、分散の何れも有り得る)、レンズのピッチが画素孔のピッチよりも大きく(収斂光の場合)又は小さく(分散光の場合)調整されていれば、レンズを通して画素孔に入る。

【0224】例えば、画像形成素子の面に焦点の合う光

トンネルを使用する構成では、画素孔のピッチよりも小さいピッチのレンズアレーを使用することで（結像レンズが画像形成素子よりも小さい場合）、画像形成素子の付近にフィールドレンズを配置する必要がなくなる。この方法では、画像形成素子の何れかの点に当たる光束の主要光線が、各レンズ素子及び対応する画素孔によって形成される光軸に対して平行になる。従って、各レンズアレー素子を照射する光の角度は最小限に抑えられ、各画素を照射する光錐は、許容角度内に納まり、光の全ては画素孔に入り、均一な照度の画像を形成することができる。

【0225】本発明によるシステムの好ましい実施例では、前述した用に、システムの効率を約2倍（画像形成素子開口率に起因する損失に依存する）に改善することのできる入力レンズアレー系を、光が異なる色の画素に送られる前に夫々の色成分に分離される前出の方法に適用することができる。この手法も、システムの効率に約2倍の利得を付加するので、両方の技術を併用することで、合計約4倍のシステムの効率化を図ることができる。これらを併用するためには、正しい色成分の光で対応する画素を確実に照射できるように、各光素子を製作する必要がある。

【0226】これを達成するための一構成を図74に示す。同図で、光は、画像形成素子を種々の角度で照射する3つの異なる色成分ビームに分離されている。入力レンズアレーは2つ使用されている。第1のレンズアレーのピッチは、水平方向では画素のピッチの3倍で、垂直方向では、画素ピッチの2倍である。第2のレンズアレーのピッチは、水平方向では画素ピッチの2倍であり、垂直方向では画素ピッチと同じである。更に他の変形例も可能であることは言うまでもない。アレー7410のレンズアレー素子7415は、各色につき一つずつ、画素孔の大きさの2倍の大きさの3つの光源画像を生成する。レンズアレー7420は、これらの光源画像を2Xの倍率で画素孔7430に集束させる。その配置構成のため、同図からわかるように、ある一つの色の光源画像は、その色データに対応する2つおきの画素に結像される。これにより、4倍のポテンシャル利得の正しい色の画像が形成される。

【0227】色分解方法として、主要光線が互いに平行である別々の異なる色のビームを生成する方法を使用する場合は、光源の各色の部分画像を生成するのに第1の入力レンズアレー7410が必要ならば、そのピッチを第2のアレー7420のピッチと同一にすることができる。色分解方法として、各色につき一つずつ、合計3つの別々のビームを使用する代わりに、1つの連続的なスペクトルを生成する方法を使用する場合は、レンズアレー7420のピッチと等しいピッチの、もう一つのレンズアレーを付加することができる。このアレーは、アレー7410、7420間に配置され、各素子が、アレー74

10中の各レンズ素子7415によって生成されたスペクトルの1/3を受けて、1つの画素孔の幅の2倍の部分画像を生成するように動作する。これによって、アレー7420によるこれらの部分画像の画素孔に対する2:1の画像化が行われる。

【0228】上記例では、色フィルタが使用されている場合、それらは画素の面上にあるものとしている。画素の面外にある色フィルタを使用する場合は、その配置に応じて、構成の変更が必要である。フィルタを光源の着色部分画像の近辺に配置する場合は、上述したのと同じ構造で正しく動作するだろう。しかし、フィルタを画像形成素子の外側、即ち、最後の入力アレーの近くに配置する場合は、別の構成が必要である。

【0229】その場合には、ビーム（白色光又は着色光）がそのフィルタを介して、システムの光軸に平行な方向以外の角度で画像形成素子を照射するならば、その角度を、正しい着色ビームが対応する色の画素に到達できるように、慎重に選定する必要がある。光軸以外の角度から画像形成素子を照射する着色ビームは、垂直方向に2行分、又は、水平方向に1.5画素分と垂直方向に1画素分、変位させれば、正しいカラー画像の形成に寄与し得る。この変位は、公知の光技術又は本願に述べた技術を利用して、簡単に行うことができる。これらの光技術は、入力レンズアレーを一つだけ使用する場合にも使用できる。本願に述べた方法を適宜組み合わせれば、システムは夫々の方法の夫々の利点を併せもつことになる。

【0230】一例として、夫々が一つの対応する光トンネルに光を送る複数の光源を使用することもできる。各光軸外ビームが光軸上のビームのものと同一のレンズアレー素子を透過した後、画像形成素子の1つの画素に入射するように、その光軸に対する角度を慎重に設定することによって、光が画素孔に密に集束されたときは、そこから、5度という狭い角度で分散する分散ビームとして最も出易くなる。これは投射にとって好ましいことだが、ダイレクトビュー式ディスプレイに適用すると、許容角度が余りに狭すぎる。しかし、視角は、各画素の画像を後ろの画面に結像させる画像形成素子（例えばLCD）の後ろにレンズアレーを設けることで拡大させることができる。特に本願に示すように、利得及び視角が選択可能な画面を使用すれば、必要とされる広い角度に亘って見た目の均一なディスプレイを形成することができる。

【0231】この手法は、既存のダイレクトビュー式ディスプレイのように、光を画素に強制的に詰め込む手段を利用していない場合でも、有用である。ラップトップ型コンピュータに使用されているようなディスプレイは、その面に垂直な方向以外の角度からみる場合に、色シフトや低コントラストが起こるという欠点を含んでいる。これらの問題は、この技術を利用することで解決で

きる。高透過度、高利得の画面は、より広い視角に亘って、真直ぐに見た場合とほぼ同等の輝度を示す。LCDのように広く照射されるディスプレイでも、視界は比較的狭いが、このようにして拡大することができる。

【0232】映画館の映写やHDTVの縦横比によりマッチする、益々普及している「文字入り(letter-boxed)」映画に関しては、光の浪費につながる別の問題がある。例えば、ライトバルブは一般に、信号が印加されていないとき、全体が不透明ではないから、文字入り画像には、完全に暗くあるべき像の上下部分に光漏れがある。この光漏れを無くすため、画面にできるだけ近づけて、ライトバルブの上下部分に不透明な「シャッター」を設け、画像領域がライトバルブの活性領域よりも小さいときに、黒であるべき領域の画面に光を入射させないようにすることができる。このような状況で生じる光の浪費を無くすため、ライトバルブの前のビームに1対の円筒レンズ又はプリズムを使用し、全ての光が画像をもつ領域のみを照射するように、ビームの縦横比を変更することができる。

【0233】これらの方法によって、光源の空間的なコヒーレンスがより高くなるほど(光源がより点光源に近づくほど)、これらの方法はより効果的に機能する。しかしながら、より多くの光を生成しあるいはより長い寿命をもつバルブを作製するためには、より大きな光を照射される領域が必要となる。このような光源の利点を得るために、ここに説明した方法によって、光源の大きさが、光を微小な点に「集中」させることによって減じられなければならない。

【0234】画素孔の中に光を充填させる別の方法は、入力端が密に詰められ、出力端は各ファイバーがその隣の画素孔と同じ寸法であるように配列されている光ファイバー束を使うものである。ビデオ投射システムには、他の1つの浪費光源があるが、これは必ずしも浪費光になるとは考えられない。これは、画像の中の若干の領域から取り出される光であり、その領域はより暗い領域と考えられるからである。これは、スクリーン上に輝度の変化が形成されて、像を造り出すために、スクリーンに到達してはならない光である。しかし、この光は全部除去する必要はない。

【0235】偏光を利用するライトバルブの使用とともに、偏光子がライトバルブの後に使用されて、検光子として働く。スクリーン上に出現すべきでない光は、この偏光子/検光子の軸に直角に偏光されてライトバルブを出て、そこで偏光子によって吸収される。これはまた若干の熱も発生し、偏光子が近くにある場合には、ライトバルブを加熱することもあり、スクリーンにいくべき光のわずか25%~35%しか偏光子/検光子を通らないという点でも不満足である。最終の偏光子/検光子の代わりに、マクニールの偏光ビームスプリッター(本明細書に説明の通り)を使うことによって、種々の利点を得

られる。吸収がないので、発熱が起らない。光の約50%が各ビームに現れるので、スクリーンにいくべき光の100%近くがマクニールの検光子を通してスクリーンにいく。

【0236】従来普通は偏光板によって吸収されていたマクニールの検光子を出すビームの通路に置かれた平面鏡が、普通は不要になった光を反射して光源に戻して、ビームがコリメートされている程度に応じてシステムを通じて再投射されるようにする。ビームは、そのシステム内の通路をもう一度たどって、システムを通じての再投射のために、集光ミラーで集められて、光源の中心に焦点を結ぶ。この光の大部分は非平行性であり、その結果、全システムを通じてその通路を再トレースできないことにより、またバルブへの帰路にある第1のマクニールの偏光ビームスプリッターを出す不適切に偏光された光のロスによって、スクリーンに到達できないであろうが、この技術が使用されない場合には得られないような輝度が画像に付加されるであろう。

【0237】これらの光節約システムは、投射システムの光出力を大きく増加させる。要約すれば、光源からの光を集めるために二重集光器システムを使用すると、従来のシステムの2倍の光出力が得られる。吸収偏光子の代わりに偏光ビームスプリッターを使用すると、光出力がさらに2倍になる。カラー画像を造るためにカラーフィルタの代わりに二色性ミラーを使用すると、光出力はさらにもう一度2倍以上になる。ライトバルブの前にレンズアレーを使用すると、ライトバルブ上の透明部分と不透明部分の比率に左右されるが、光出力はさらにほぼ2倍になる。これらの技術を前後に並べて使用すると、従来のシステムに対して16倍の総合的な画像輝度の増加が見られる可能性があることになる。最終の偏光子/検光子並びにここに概説した他の方法の代わりに、偏光ビームスプリッターと平面鏡を併用すると、さらに画像の輝度及びシステムの効率を向上させる可能性がある。

【0238】開示されたビデオディスプレイシステムと連動して、多くの投射フォーマットが使用できる。曲面、指向性、高反射率のスクリーンの他に、安価でずっと分散性の広いスクリーンもこのシステムと一緒に使用できる。正規の映画用のスクリーン又は壁面でさえも、そのような高輝度のシステムに適切であることがわかる。ユニット又はアタッチメントを前面ミラーの投射レンズに対して直角に取り付けると、画像を寝室の天井に映すことができる。この方法は頭や背中に負担を与えることなくしにベッドに横になりながらビデオ像を便利に見ることを可能にする。

【0239】背面スクリーン投射も同様に達成できる。従来の背面スクリーンテレビジョンは、適切な輝度を得るために両凸レンズ及びフレネルレンズを使用している。これは、画像に識別可能なパターンを与え、水平及び垂直ともに鑑賞角度を限定する。従来のCRTのよう

なこの種のスクリーンは、周囲の光を視聴者に反射し眩光を造って、視聴者の眼に負担を与える。本発明のシステムでは、輝度は遥かに高く鑑賞角度は広く、流線型で軽量で美的感覚の良いディスプレイユニットを得ることができる。

【0240】高輝度は、広い分散角を持った灰色の艶消し（すなわち織目のある）のスクリーン材料の使用を可能にする。これは、均一な輝度を持ち眩光をもたない實際上どんな角度からも見ることでできる画像を造り出す。バルブの種類と動作電圧の選択によってディスプレイの輝度と色温度を変化させる能力を併有するこの種の無眩光スクリーンは、ビデオディスプレイ端末を長時間見つけなければならぬ人達に、ずっと疲れにくいディスプレイを提供することもできる。

【0241】最も効率的なスクリーン（前面又は背面）の1つは、ホログラフィーを使用して造ることができる。ホログラムによって、予め決められた分散パターンをもった散光器を作成でき、所望の大きさの拡散を創出でき、正確に読み通りの輝度分布特性をもたせることができる。効率は100%に近いものとすることができる。干渉は、簡単な使用については光学的に行うことができ、より複雑な特性についてはコンピュータージェネレーションによって行い得る。漂白又はゼラチン相ホログラム又は金属被覆し、かつエンボスしたホログラムが、高効率をもった実際のスクリーンを製作するのに使用できる。

【0242】背面スクリーン投射によれば、スクリーン一杯に映せるのに十分なだけ画像を拡大するために、投光器をスクリーンの数フィート後に置くのではなく、1個以上のミラーを使用してビームを1回以上反射し、より小さい寸法のキャビネット内で画像を拡大できる。例えば、対角線が50"の背面投射スクリーン一杯に映すのに約18"の奥行きキャビネットを使用できる。

【0243】周囲光が非常に多い環境でスクリーンに投射された画像を見る場合、スクリーン上の暗くなければならない部分とその周囲の光で満たされ、画像のコントラストが減少する。前面及び背面の両方の投射において、周囲光の多い状況で高いコントラストをもった鮮明な画像を与えるスクリーンの種類を構成することができる。このスクリーンの前面投射式のバージョンが図46に示され、これはビーズ入りの偏平な白色又はメタリック塗装のスクリーンのような正規の前面投射スクリーンからなる。スクリーンの上部には、比較的細い水平のスリットをもった黒いマスクがある。その円筒形のレンズレットが水平に配置された両凸のレンズが、そのスリットマスクの上部に置かれている。各円筒状レンズレットにつき1つのスリットがある。最大の融通性を得るために、スリットマスクは垂直方向に調節できる。投光器からの光は、このスクリーンの両凸レンズシート上に焦点を結び、その画像を水平の円筒状のレンズレットの数に

相当する多数の水平の副画像に分解する。各レンズレットはその画像成分を焦点に集めて細い線にし、それは相当するマスク内のスリットを通過して、その後にあるスクリーンから反射される。この反射光は全ての角度から高い可視性で見られるように円筒状のレンズレットで再度拡大される。投光器（最大の周囲光をつくる）の高さ以外の高さから来る周囲の光はレンズレットによって黒い吸光層上に焦点を結び、鑑賞者には見えない。

【0244】ルーサイト(lucite)のような基板上にマイクロプリズムの層を設けることによって、選択された利得で背面投射画面を製作することができる。マイクロプリズムは、シリコン又はポリマー分子のような非平行辺を有する透明分子を使用することにより、分子サイズに形成することができる。分子濃度及び/又はコーティング厚さを増加すると、利得が低下し、目立った輝度低下のない視角が拡大する。出願人の見解では、最良の利得は、画面を真直ぐに見たとき（最もはっきり見える）に看取される輝度と、目立った輝度低下のない最大の視角との妥協点である。実験では、最も妥協できる値は、

1. 3ないし1. 4の利得の範囲にある。看取される画像の色温度を調整するために、木炭又は他の染料分子を加えてより暗い黒を生成し、コントラストを強め、周囲光を吸収することができる。45~48%の透過度が得られるように1. 3の利得の画面に炭素と染料を付加すると、透過される画像の強度損と、コントラストの改善及び周囲光の吸収の改善との最善の妥協点が得られる。

【0245】同じ目的で、ホログラム画面を種々の方法で作成することができる。例えば、選択された利得をもつ画面でホログラムを構成し、その画面を、大きなレンズ又は第2のホログラム（公知のものでよい）を使用してホログラムに焦点が合うようにすることができる。直角の入射角、或いは、画面に対して投射器が最もとり得る角度の基準ビームを使用し、約1:1のビーム比とすると、特に位相ホログラム（例えば漂白銀、DCG又はフォトリソマー）を使用する場合、元の画面よりも高い透過度がホログラムで形成される。特定の利得のホログラム画面を形成する別の方法として、慎重に照射されてホログラムの「オブジェクト」のように異なる角度に選択された輝度を示す半球形の分散器を使用することができる。

【0246】ホログラム画面は、前記「オブジェクト」と適当な基準に対するその干渉性とを設計することにより、コンピュータ生成ホログラムとして形成することができる。ホログラム画面は、利得と、水平及び垂直方向の視角とを互いに独立に調整し得るという利点をもつ。ライトバルブからの光は通常、変更されているということを利用して、画面の一面又は両面に直線変光器を配設することにより、画像の輝度に殆ど影響を与えることなく画面における周囲光の阻止効果を増大することができる。画像からの偏光された光の光軸と一致する光軸を有

73

する偏光器は、その画像を殆ど減衰しないが、画面に当たる周囲光の僅か数パーセントしか鑑賞者には達しない。

【0247】従来は、偏光材料は、材料のロールの長さ方向に対して一定の軸配向をもつように形成されていたので、その偏光材料を画面上におくと、その軸が、それを照射する偏光ビームの光軸と一致しない可能性がある。この不都合は、ビーム内に半波長材料のシートを配設し、最大の画面輝度を得られるようにそれを回転させることによって、安価に解決することができる。半波長材料は、投射器内、或いは、ビームが小さい投射レンズの付近に配設すると、極く小さなもので済む。

【0248】偏光器の面で反射される周囲光は、偏光器からの減衰なしに、鑑賞者に反射される。これは通常、周囲光の極く一部であるが、場合によっては、邪魔になる。このような反射を大幅に低減するために、ポリエステル、マイラー、その他の熱可塑性材料の薄片に、拡散パターンの浮き出し模様をつけることができる。このパターンは、例えば、鋭消しガラスの面、又は他の非平坦面であってもよい。この材料は、屈折率が合致する感圧接着剤で、偏光子の表面に接着することができる。或いは、既に述べたように、偏光器にARコーティングをするか、偏光器をAR材料に接合してもよい。これらの方法は、前後何れの投射画面に適用しても有効である。

【0249】このスクリーンの背面投射バージョンは、水平に配置された両凸レンズシートを、その偏平な側を互いに背中合わせにして置くことによって構成される。上記のスリットマスクを両凸レンズシートの上に置く。所望により、透過性の高い背面スクリーン材料をスリットマスクの次に（レンズシートの間にも）置いてもよい。スクリーンは前面投射バージョンと同じように作動し、鑑賞者に対する周囲光を消去する。前面及び背面のどちらの構成においても、スリットマスクは、投光器からの光が正確にスリットを通るように、スクリーンに対する投光器の高さに応じて、上下に調節できる。

【0250】周囲の光の反射を減少させる他の方法を使用することもできる。ビデオ投光器の画像の焦点を、コヒーレントな光ファイバー束の入力端に結ばせることができる。これは図17に1795で示されており、スクリーン1790でなく投射ビーム中にファイバー束の入力端を置いている。ファイバーのもう一方の端1797は、偏平でもレンズ状に研磨してもよく、またレンズと結合させてもよい。すなわち、各ファイバーは隣のファイバーから離れて拡大でき（ファイバーの分離とレンズによる）、画像の一部（好ましくは一面素又はファイバーあたりの画素の一部）を予め決めただけ拡大して背面スクリーンに送達する。複合画像は連続して見え、ファイバーは曲げられるので、僅か数インチのキャビネットの厚さで、極めて大きい画像を作り出す。

【0251】この方法はまた、画素間のスペースを埋め

74

る他のサブシステムの必要性もなくする。出力端でファイバーが離れて広がる光ファイバースクリーンを使えば、ファイバー間の空間を埋めるのに黒い吸光性材料を使って、レンズもスクリーンも使わないで、屋外スタジオのような周囲光の多い場所で鮮明な画像を作り出すことができる。これは、ファイバー束の出力の表面積の大部分が周囲光に吸収性であり、それでも画像を伝送する光は鑑賞者に送られるからである。しかし、これはファイバーの間に導入される空間による画素状の構造を造るという犠牲において行なわれる。しかしこの状況で大きい投影画像を見るとき、鑑賞者は一般にスクリーンからある程度離れたところにおり、画素の構造は鑑賞者に肉眼では見えない。

【0252】芸術的かつ未来的な投射システムの一例を図14に示す。ビデオ投射器1401を直立柱1402に装着しミラー1403上に画像を投射することができる。ミラー1403は画像を反射して、「空間に懸垂」したように見える枠に装着された特殊な背面スクリーン1404上に焦点を結ばせる。スクリーン自体は、ほとんど全ての背面投射材料を極めて薄いスラット1405で造ることができる。それぞれの上にギヤを付けた各スラットの端の上に軸を装着することによって、スラットを開き（スラットは水平になり床に平行になる）またスラットを閉じる（床に直角になり、投射用の切れ目のない背面スクリーンを形成する）のにモーター駆動を使用することができる。開いた位置では、スクリーンは空間内の透明な窓のように見える。例えば遠隔操作で投射ユニットを作動させると、スラットは同時に迅速に閉まって、「空間内のビデオ画像」を形作る。

【0253】どんな投射方法が使われても、2つの他の重要な問題が起こる。投射される表面が投射ビームの光軸に直角でない限り、画像はスクリーン表面に正確に焦点を結んでいない画の部分のキーストローニング及び曇けを受ける。この問題は、投射器が床、低いテーブル又は天井に設置され、スクリーンが壁の中央にある場合に固有である。CRTシステムは電磁走査線の偏光を変化させることによってキーストローニングを処理する。しかし、ある種のライトバルブ型システムは予め決められた画素の位置を有し、そのためこの方法を使えない。

【0254】その結果、一種の円柱レンズが構成できる。ズームレンズは通常、投射光学系の素子の相対位置を変化させることによって投射される画像の寸法を変化させる。しかし、これは異なった曲率のレンズ素子を使っても達成できる。出願人のシステムは、1個のレンズに成形した標準レンズより一方は長く一方は短い2つの異なった焦点距離をもつレンズをそれに追加したような形をした1つのレンズを使用することができた。このレンズの中心部はバルブからの全ての光ビームを包含するのに十分なだけの大きさがあり、直角に投射された画像を形成する。しかしこのレンズをライトバルブに対して

75

上下させると、倍率は画像の場所によって変化し、台形状の画像の予備変形を起こし、ライトバルブの画像の上部又は底部のどちらかが台形の最大の側面になる。すなわち、ビデオ投射器がスクリーンとなす角度に応じてレンズは上下に調節されて、キーストーン効果が消滅する。

【0255】可変焦点の問題は、「シャイムブルーク補正」というあまり知られていない写真技術によって補正できる。撮影されるシーンの奥行きが深くかなり大きい絞り開口が使われる場合は、そのシーンの全ての要素に同時に焦点を合わせる唯一の方法は、レンズとフィルムを傾斜させて、シーンの中の全ての対象を通して引いた線が、レンズ面を通して引いた線と交差する同じ点でフィルム面を通して引かれた線と交差するようにすることである。カメラでは、これは蛇腹で達成される。同じ論理を使って、ライトバルブ面と投射光学系の面を傾斜させ、スクリーン面を通る線と交点をつくる機械的調節が、投射器のビームがスクリーンと直角に向いていない場合でも全画像に焦点を合わせ得る。

【0256】科学フィクションはいつもビデオディスプレイを壁に掛かった薄い大きなスクリーンとして描写してきたし、今日の技術者は数10年の間この目標に向かって研究してきた。壁の投射された画像によってこの考えはほとんど実現した。しかし、壁への投射は投射レンズと壁との間にないもので投射距離もシステムの一部として含めねばならない。

【0257】発明者は、この介在空間又は投射距離をなくする新しい型のスクリーンを考案した。このスクリーンでは、投射器をその下に置くこともでき、スクリーン自体の中に組み込むこともでき、また全装置の厚さは数インチを超える必要がない。このスクリーンは、ある表面に極めて傾いた角度で照射された小さい径の光ビームは、長大な距離まで拡がるという現象を利用する。光ビームの進行方向が表面にほぼ平行な場合は、表面がビームの直径の数百倍大きいとしても、表面を光が打つまでに投射距離を必要とせず、ビームは全表面を照らすことができる。傾いた表面上への照射による光ビームの拡がり、光ビームの寸法を一方に「拡張」する。次にこの表面がこの非常に広いビームを他の表面に、再び傾いた角度ではあるが最初の表面と直交する角度で再指向させることができると、ビームは投射距離の必要なしに再び直交方向に拡がることである。

【0258】この再指向は、各鋸歯の傾斜部をミラーにして「フレネルミラー」にした鋸歯型の素子4700をもつ表面によって実現する。図47に示すように、これは光を広い面積に拡げるか、間に黒い水平のストライプをもつ光の水平のストライプ4710を作り出す。これらの反射体が小さいほど、その数は多くなり、画像中の黒線は見分けにくくなる。光のガバレージを連続的に、暗いストライプをなくするために、各鋸歯の傾斜面

76

は鋸歯で反射される光バンドのどちらかの側で暗いバンドの半分をカバーするのに十分なだけ、ある与えられた鋸歯にあたる光のセグメントを拡げるように僅かにカーブしているだけでよい。別方法として、鋸歯の面と画像形成部分との間に両凸レンズを置いてよい。

【0259】所望の挙動をする表面を造る別の方法は、光を正しい方向に向け直すホログラフィーの表面を造る既知の技術を使用することである。そのような「フレネルミラー」に向けた光ビームが画像を含んでいる場合は、画像はフレネルミラーの表面の上に一方に拡がる。図48が示すように、フレネルミラー4800が背面ミラー4810に対して傾いた角度で置かれている場合は、画像は直交方向に拡がり、全スクリーンを一杯にする。しかし、背面スクリーンから見た画像は、スクリーンを照射している光源に向かってスクリーンを見たときに一番明るく見えるので、スクリーンは傾いた角度で見るときだけ一番明るい。スクリーン4910に直角な方向に光を再指向させるために、第2のフレネルミラー4900を追加すると、普通の方法で見たときスクリーン上の可視画像は一番明るくなる(図49参照)。

【0260】別の方法として、各フレネルミラーの面から反射の後、カーブした鋸歯面又は両凸レンズを使用する代わりに、最後の鑑賞スクリーンの直前に球状レンズの列を置いて、画像の各部の間の空間をなくすることもできる。フレネルミラーを使ってスクリーン上に投射することによって2つの収差が生じる。画像はその進行にしたがって全ての方向に拡がるので、必要以上に拡がり手前の端より向こうの端がずっと広がる。この台形の収差は第2のフレネルミラーから反射されたとき、直角方向に繰り返される。これらの2つの台形収差は、拡がりによって生じる台形収差の反対方向に適切なレンズで両方の軸に台形的に画像を予め歪ませることによって補正できる。第2の収差、投射レンズから画像の近い部分まで距離と投射レンズから画像の遠い部分までの距離が大きく異なることによる焦点収差である。この焦点収差は、投射レンズを光バルブ面に対してスクリーンの傾斜と反対の方向に傾けることによって補正できる。この傾斜は、シャイムブルーク補正(前述)を使うので、傾いた角度で投射されても、全画像がスクリーン上で焦点を結ぶ。そのようなスクリーンは、スライドや映画を含めてどんな種類の画像の投射にも使用できる。

【0261】投射システムは一般にその画像をある種のスクリーン上に投射するが、ある場合には眼の網膜上に直接投射するのが有利なこともある。LCDのような光バルブは極めて小さくまた軽量に製作できるので、ここに表に示した技術のどれかを使って、極めて小型で軽量の効率的な投射器を造ることができる。すると、これはヘッドバンド上又は眼鏡上のシステムを造ることができ、鑑賞者に個人用の鑑賞スクリーンを与えることができる。全網膜に投射できるので、鑑賞者は画像で覆われ

た全視野を見ることができる。一方の眼だけに画像を投射すると、鑑賞者は彼の周りに投射された全ての画像を見ることができるが、それは現実の世界の上にスーパーインポーズされたように見える。この技術は、映画や秘密のデータを他人に見られずに個人的に見たり、モニターの代わりにコンピューターに接続すべきコンピュータースクリーンを提供したりするのに特に有用である。この用途は長時間1つの位置に鑑賞者の体や頭を拘束することを解消する。

【0262】従来の投射レンズやコンデンサーシステムの代わりに、レンズ列のような小型の光学系が各画素に対応するレンズレットをもって網膜上に各画素を結像するのに使用できる。選択的な方法として、複合ホログラフィー式光学素子を使用でき、又はライトバルブを網膜上に反射し結像させるオンオフ素子をもった互いの反射面を向かい合わせた多重カーブの反射器が使用できる。

【0263】本発明は、それ自身三次元ビデオ投射に適応する。三次元投射を達成する1つの方法は、他方のライトバルブ系の偏光子に対して直角なライトバルブ系の偏光子をもった2つの投射システムを使用することである。例えば、2台の離れたカメラからくるステレオビデオ信号を送り、非-偏光阻止型のスクリーン上に投射すると、偏光眼鏡をかけた鑑賞者は全カラーの三次元ビデオを見ることができる。両方のライトバルブシステムを1つの容器の中に入れて、単一レンズの三次元ビデオ投射システムを構成することができる。内部的には、2つの直角に偏光したステレオ画像はマクニールプリズムで結合できる。別法として、図5の第1の「ストライプミラー対」502及び503の内の第2のミラー503を使う代わりに一方のライトバルブの画素の間に水平にある空間を、簡単なビームスプリッター機構を介して、他方のライトバルブの画素で満たして、1本の投射レンズを通して投射するための水平に交錯し、直角に偏光した三次元の画像対を作り出すことができる。ストライプミラー502は、第1のライトバルブからの光の軸に対して45°の角度に傾けることができる。このライトバルブの画素からの光は、ストライプミラーの透明部分を通過する。第2のライトバルブはその軸が第1のライトバルブの軸に直角であり、ストライプミラーのミラーになった部分からの光を反射して、直角の偏光をもつ両方の画像から造られた交錯した複合画像を与える。

【0264】使用できる他の三次元投射の方法は、オートステレオスコープ式三次元投射である。この方法は、三次元の鑑賞に特別の眼鏡を要しない。その円筒を直角に配置した2個の同じ両凸レンズスクリーンを背中合わせに置き、場合によりその間に半透明の薄いスクリーンを置いて、ステレオ情報又は多角視覚情報をもった2つ以上のビデオ投射器で異なった角度からそれを投射する。画像は、空間の種々の場所でスクリーンの反対側から鑑賞できる。人がスクリーンの周りを種々の位置に移

動しても、画像はオーバーラップなしに常に1つの画像として見ることができる。これは、空間での種々の正視性又は偽体鏡的な鑑賞ゾーンを作り出す。1つの画像が両眼に入るように人が眼を正視性の鑑賞ゾーンに置くと、三次元の像が見られる。多数の鑑賞者が、種々の角度と位置から一度に正視性の三次元ビデオ画像を見ることができる。この種のスクリーンは、両凸レンズの後に正規のスクリーンをもった前面投射にも使用できる。

【0265】三次元の鑑賞用にステレオの可視データを作成する別の方法は、画素の交互列のために偏光面を90°回転させる半波板ストリップを使用する。これらの列は、各他方の列が右眼の像を造り、介在する列が左眼の像を造るように用意されている。別法として、交互列の代わりに交互の行(列に対して“行”という。)を左右の眼の像の発現に使用することができる。他の発現パターンは交互に位置する左右の眼の画像画素からなる各行を有し、そのあと左右の眼の画素画像の基盤目パターンが造られるように1つの画素による“行”オフセットが行われる左右の眼の画像のもっと均一な統合を発現するのに使用される。1つの眼の画像に対応する画素は全て半波板でカバーされ、そのため一方の眼の画像は他方の眼の画像に対して直角に偏光される。この配置によって、3個又は1個のライトバルブしかない単一の投射器でも偏光眼鏡で見るための非-偏光阻止型スクリーンに投射するのに使用でき、ステレオ画像は常に整合を要しないように調整済みである。

【0266】画素の間の空間を埋めるのにここに述べた方法のどれかを使う場合は、各眼の視覚のデータを他方の眼の視覚のデータにスクリーン上でオーバーラップするように造ることができる。これによって両眼の画像は孔、線、画素又は他の空間なしに連続して見えるようになる。

【0267】半波長板は画素の寸法に製作して、写真平板の技術で正しい画素の上に置くことができる。一方の眼で見るべき画素のパターンに相当する写真用マスクは適当な厚さの複屈折性のプラスチックの上にコートしたフォトレジストの上に紫外線で撮像する。露光部分(使用するレジストによっては未露光部分)のフォトレジストを現像で除去したら、薬品を使って露光したプラスチックを溶解することができる。そのあと、残ったレジストを洗い流すと、ライトバルブの上に置くべきマスクが残る。選択的な方法として、マスターダイを同様に金属で造り、それを使って複屈折性のプラスチックの板の適切な位置に穿孔して、ライトバルブ用のマスクを造ることもできる。

【0268】左右の眼の視覚のために交互垂直列においてアドレスされたライトバルブは、(前面又は背面投射の)両凸レンズスクリーン上に投射して、眼鏡なしで見て三次元画像を造ることのできるオートステレオスコープ式のディスプレイを作り出すことができる。

【0269】システム内に組み込んだデジタル回路とコンピュータ能力の使用によってこのシステムは二次元画像を三次元画像に変えるように画像を処理するのに使用することができる。これを行う1つの方法では、映画を前処理して三次元に変換することが必要である。変換は1回だけでよく、変換済みのバージョンは後での投射用にストアされる。この方法で、スクリーンの面上以外の何処かに位置するように鑑賞者に見えるシーン中の対象物は、予備処理中に選択してマークを付けることができる。ソフトウェアがフレームからフレームへマークした対象物をフォローするようにコンピューターに指示できる。これで、操作者は対象物が視界から見えなくなるまでに、1回だけ対象物を選べばよく、各フレーム毎に対象物をマークする必要がなくなる。

【0270】一旦、シーン中の対象物を選び、マークし、それが出現する奥行きを決めて入力すれば、コンピューターが元の画像とある距離をもってその対象物の複製の画像を作成でき、眼は所望の奥行きで合体した画像を見ることができる。例えば、偏光眼鏡を付けた人が見るように2つの投射システムがその画像を直角に偏光している上記のステレオシステムを使用して、コンピューターは第1の画像に直角な偏光をもつ投射のためのこの複製された画像を作成することができる。投射器は、その片方の画像の次にある距離を開けてこの複製の画像を投射し、その距離が鑑賞者が複合画像を見る奥行きを決める。ある対象物を選んでその奥行きを変える場合は、この事実を入力しその新しい奥行きを示すと、コンピューターはスクリーンに投射すべき2つの成分像の間の距離を変更する。これで、鑑賞者は新しい奥行きでの両眼単視によって脳に形成された複合像を見ることになる。

【0271】上記の投射法を使って、画像に奥行きを与える他の方法を使うこともできる。しかし、この方法では三次元への変換は画像の投射に人の干渉又は予備処理が不要なときに起こる。しかし、このシステムではできた奥行きが現実的であるならば作像を心に止めなければならない。多数の投射器、例えば一度に3つのフレームをもち、ある時点でフレーム1及び4を見るべきステレオフレームとして投射することによって（例えば4は示される現在のフレームであり、1は4フレーム前に示されたフレームである）、ここに記載されたような眼鏡又はオートステレオスクリーンを使用して三次元の視覚が造られる。対象物が速く動くほど、左眼と右眼の像の間の距離は大きくなり、鑑賞者には画像がさらにスクリーンの後に下がったり前に出たりするように見える。その結果、対象物の動きは最も現実的な三次元の作像を与えるような奥行きをもって調整されねばならない。

【0272】投射器からスピーカーへの音響の無線伝送、ケーブル及びVCR信号の投射器への無線伝送、ここに述べたような投射システムへ組み込むときの組み込みVCR及び/又は組み込みコンピューターのような最

近開発された技術革新は、今日手に入る他のシステムよりずっと広い用途をもった投射システムを作り出すことであろう。

【0273】本発明の好ましい種々の実施態様を詳細に説明したが、そのような実施態様の改変及び改作は当業者に自明である。しかし、そのような改変及び改作は下記の請求の範囲に記載される本発明の精神及び範囲の中にあることを明白に理解するべきである。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】 各々の像を1つの共通スクリーン上に投射する3個のLCDを示した本発明の略図。

【図2】 3個のLCDの像が1組の映写光学系を介して共通スクリーン上に重畳映写されるようにした本発明の変形例を示す略図。

【図3】 隣接間隔を短縮した画素を示す略図。

【図4】 重ね合わされた“フルカラー画素”の投射映像を示す略図。

【図5】 隣接した画素間のスペースを満たす方法を示した4ミラーシステムの略図。

20 【図6】 図5の4ミラーシステムにおける第1対のミラー（“長ミラー対”）により画素間のスペースを満たす態様を示した略図。

【図7】 図5の4ミラーシステムにおける前記細長ミラー対を拡大して示す略図。

【図8】 図8a及びbは本発明のレンズシステムの実施例をそれぞれ示す略図。

【図9】 図9aは本発明の好ましい実施例における二色性ミラーシステムの略図であり、図9bは付加的な光路を含むように変形された図9aと類似の二色性ミラーシステムの実施例を示す略図。

30 【図10】 2個のフルカラーLCDを通じて可視スペクトルにわたる透過光強度曲線であって、一方のLCDが階段状の厚み（ステップドシックネス）を有するLCDキャビティと対比された一対のLCDキャビティ厚さを有する状態を示すグラフ。

40 【図11】 図11a及びbは透過光強度一対2個のフルカラーLCDにおいて用いられた3波長のための印加電圧の関係を示すグラフであって、1つのLCDが一定厚さのLCDキャビティを有するようにしたものを示すグラフ。

【図12】 赤、緑及び青色光線がそれを横切るようにしたLCDの異なった厚さを示すために描かれた“階段状厚さ”を有するLCDキャビティの拡大略図。

【図13】 CRTディスプレイ及び通常のカラールCDディスプレイのカラールレンジを本発明による一定のキャビティ厚さ及び階段状厚さを有するLCDキャビティと比較して示すCIE色度図。

50 【図14】 ベネチアンブラインド型の背面投射スクリーンによる本発明の構成を採用した背面スクリーン投射システムを示す略図。

【図15】図15aはフルカラーLCDにおいて対応するカラー画素領域上のカラーフィルタを示す略図であり、図15bは三色の組を表す3個の画素が三角形によって示された選択的な画素配列の略図。

【図16】本発明において採用された音響抑制システムを開放して示す斜視図。

【図17】本発明の好ましい実施例の略図。

【図18】画素を回路から切り離すスイッチング要素としてガスを利用する能動マトリクス液晶ディスプレイを示す略図。

【図19】一方が他方の欠陥画素を補償するように配置された2個のライトバルブを有する電子画像投射システムの実施例を示す略図。

【図20】反射性ライトバルブを用いた投射光学系を示す略図。

【図21】フルカラー投射において用いられるように3分割された単一のライトバルブを示す略図。

【図22】光路長補償レンズを用いることによりライトバルブから投射レンズまでのビーム長を整合させる方法を示す略図。

【図23】本発明の一実施例においてライトバルブから投射レンズまでの異なったビーム路長を補償するためにミラー配列を用いた技術を示す略図。

【図24】フルカラー像を生成するために反射性ライトバルブを用い、ビームを偏光及び検光するためのマクニールプリズムを用いた電子画像投射システムの選択的な実施例を示す略図。

【図25】二色性ミラーにより白色光を平行ビームをカラービームに分離してそれらを二重レンズアレイに通過させ、第2組の二色性ミラーによって互いに整列した縮小された平行カラー光ビームを発生し、フルカラーライトバルブを照射するマルチカラービームとして用いるようにした電子画像投射システムの一部を示す略図。

【図26】電子画像投射システムにおいて、マルチカラーライトバルブを照射するために用いられるマルチカラー光ビームを発生する別の方法を示す略図。

【図27】白色光ビームを赤、緑及び青光線に分離するホログラムと、それらのビームを平行化するための第2のホログラムを用いたマルチカラー光発生のためのさらに別の方法を示す略図。

【図28】プロジェクタの光路中において、フルカラーライトバルブの3つのオーバーラップ像を発生し、赤、緑及び青の画素カラー要素を画像中の完全カラー画素に入射させるようにした光学くさびを示す略図。

【図29】電子画像投射システムにおいて、赤、緑及び青の画素カラー要素を重ね合わせてフルカラー画素を生成するための4つのミラーシステムを示す略図。

【図30】赤、緑及び青の画素カラー要素を重ね合わせてフルカラー画素を生成すべく用いられる電子画像システムの別の実施例において用いられる2つのミラーシ

テムの略図。

【図31】赤、緑及び青の画素カラー要素を重ね合わせてフルカラー画素を生成するための電子画像投射システムの別の実施例における3つのミラーシステムの略図。

【図32】フーリエ変換を実行するためにレンズを用いて空間的にフィルタ処理する従来の方法を示す略図。

【図33】本発明と併用される像変位用電子制御プリズムを示す略図。

【図34】電子画像投射システムの一局面において、照射均一性の分析に用いるためのライトバルブ中の画素ホールであって、その前後に小レンズを有するもの

を示す略図。

【図35】電子画像投射システムの一局面において、さらなる分析のために用いられるライトバルブ及びレンズアレイの略側面図。

【図36】ライトバルブを有するフィールドレンズアレイを用いた電子画像投射システムの実施例の一部を示す略側面図。

【図37】2つの光源を用いてそれらの光ビームがプリ

ズムの使用により平行化され、かつ連続するようにした電子画像投射システムの一部を示す略図。

【図38】2つの平行ビームからの光をミラーにより再分散させてガウス分布状の単一ビームとして認識されるようにした電子画像投射システムの一部を示す略図。

【図39】放物面反射器を通常の球面反射器及び集光レンズに関連して用いることにより投射用の光をより多く捕集するようにした電子画像投射システムの一部を示す略図。

【図40】平行ビームの直径をより小さい平行ビームに縮小すべく用いられるガリレイ望遠鏡の略図。

【図41】通常は損失となるような光を捕集して用いるための2つのコリメートレンズに関連して楕円ミラーを用いるようにした電子画像投射システムの一部を示す略図。

【図42】投射用に用いられる光源からの光をより多く捕集するために複合集光路を用いた電子画像投射システムの一部を示す略図。

【図43】分離した光ビームを分離した焦点にもたらし、かつミラーを用いてそれらのビームの1つを再配置することにより2ビームが平行するようにした単一光ビーム生成用の電子画像投射システムの一部を示す略図。

【図44】ミラーを用いてマクニールプリズムから入射した光ビームの偏光面を回転することによりマクニールプリズムから入射した別のビームと平行させるようにした電子画像投射システムの一部を示す略図。

【図45】ミラーを使用して2本の平行ビームが隣接するようにした電子画像投射システムの一部を示す略図。

【図46】集光システムにおいて、楕円反射器から外れた光を捕捉し、かつ平行させるために放物面を用いた電子画像投射システムの一部を示す略図。

【図 4 7】電子画像投射システムの要素動作の分析において用いられる“フレネルミラー”の動作を示す略図。

【図 4 8】フレネルミラー及びリアスクリーンを用いた電子画像投射システムにおける薄型スクリーンの一実施例を示す略図。

【図 4 9】2 個のフレネルミラー及びリアスクリーンを用いた電子画像投射システムの一部を示す略図。

【図 5 0】球面反射器及び集光レンズによって捕捉されなかった光を捕集するために楕円反射器の一部を用いた電子画像投射システムの選択的な実施例を示す略図。

【図 5 1】フレネル放物面鏡として紹介される電子画像投射システムの一要素を示す略図。

【図 5 2】レンズアレーに続いてフルミラーライトバルブを配置し、これによってレンズアレーの正面におけるライトバルブ画素上に縮小された実像を形成し、赤、緑及び青画素が個々に入り込むフルカラー画像の投映を可能とした電子画像投射システムの一実施例を示す略図。

【図 5 3】レンズアレー後に 2 4 個の画素カラー要素の実像を形成するために、電子画像投射システムの一実施例におけるフルカラーライトバルブの正面に配置された前記レンズアレーの 4 個のレンズを示す略図。

【図 5 4】偏光ビームスプリッターキューブにより生成される 2 本のビームを使用するために構成され、本発明の実施例における好ましい方法を示す図。

【図 5 5】LCD を垂直軸中心に回転させたときの入力レンズアレーで LCD を透過させられた光の強度のプロット図。

【図 5 6】2 つの入力レンズアレー系と 2 つの出力レンズアレー素子を有するライトバルブの画素孔を示す略図。

【図 5 7】大きな円形の光ビームがどのようにして矩形の画素形成素子に集束されるかを示す概略図。

【図 5 8】均一に放射する光源からの光の大部分を集められる効率的な集光器と、コリメート光の各部分を画像形成素子に屈折させるプリズムとを使用したシステムの上面及び側面図。

【図 5 9】点光源から出てフレネルレンズによってコリメートされ、フレネルプリズムによって画像形成素子に屈折された光を示す概略図。

【図 6 0】図 5 9 A の構成を用いて得られた画面上に、試験的システムの X、Y 方向の光強度をプロットした図。

【図 6 1】3 つの光源がレンズによってコリメートされた後、画素形成素子を照射するディスプレイシステムの図。

【図 6 2】投射器を小型化する配置を示す概略図。

【図 6 3】投射器を小型化するための別の配置を示す図。

【図 6 4】本発明の「フレネル・マクニール偏光器」の実施例を示す概略図。

【図 6 5】投射器の小型化のための他の配置を示す概略図。

【図 6 6】投射システム実施例を示す概略図。

【図 6 7】光トンネルを使用した実施例において、投射ディスプレイシステム内を光が通る進路を示す図。

【図 6 8】画像形成素子を投射するコリメート光ビームを生成するための、非結像集光子と球面ミラーを示す図。

【図 6 9】画像形成素子を含む二重入力レンズアレー系を示す図。

【図 7 0】画像形成素子の前に 2 つの入力レンズアレーを設けた本発明の他の実施例の概略図。

【図 7 1】異なる色の光ビームをそれぞれの画素に導く方法を示す概略図。

【図 7 2】異なる色の光ビームを夫々の画素に導く他の方法を示す概略図。

【図 7 3】ダイクロイックミラーを使用して、光を各色光に分離する別の方法を示す概略図。

【図 7 4】色光を各画素に導くために 2 つの入力レンズアレーを使用した本発明の他の実施例を示す図。

【図 7 5】ライトバルブから投射レンズへ進行するビームの光路の長さの違いを補償するためにミラーを利用する技術を示す概略図。

【図 7 6】カラー画像形成素子を形成するための好ましい構成を示す図。

【図 7 7】ビーム中の弱い部分またはデッドスポットを埋めるように方向修正された光源からの光を示す概略図。

【図 7 8】「フレネル・マクニール偏光器」の概略図。

【図 7 9】別の型の「フレネル・マクニール偏光器」を示す図。

【図 8 0】別の型の「フレネル・マクニール偏光器」を示す図。

【図 8 1】別の型の「フレネル・マクニール偏光器」を示す図。

【図 8 2】別の型の「フレネル・マクニール偏光器」を示す図。

【図 8 3】2 つの光源からの光がどのようにして 1 つの直線偏光ビームに結合されるかを示す図。

【図 8 4】2 つの光源からの光がどのようにして一つのランダムな偏光ビームとして結合されるかを示す図。

【図 8 5】「フレネル・マクニール偏光器」の別の実施例を示す図。

【符号の説明】

1 0 0 赤色光

1 0 1 緑色光

1 0 2 青色光

1 1 0, 1 1 1, 1 1 2 ライトバルブ

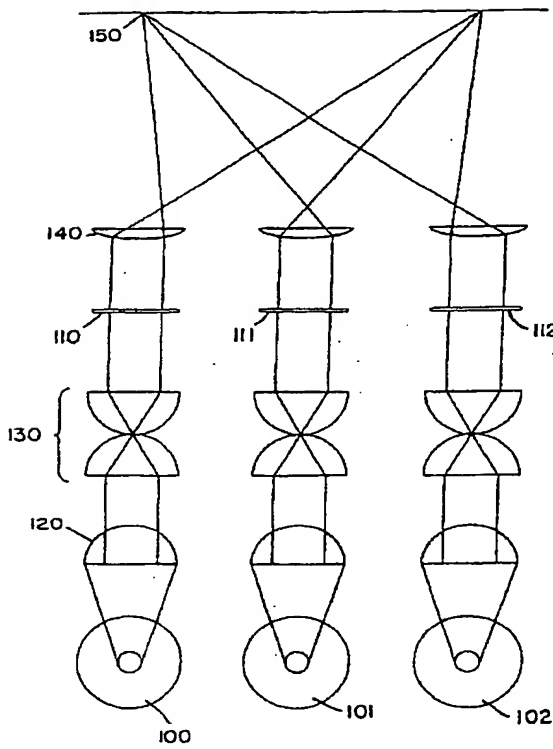
1 2 0 集光レンズ

1 3 0 コリメート光学系

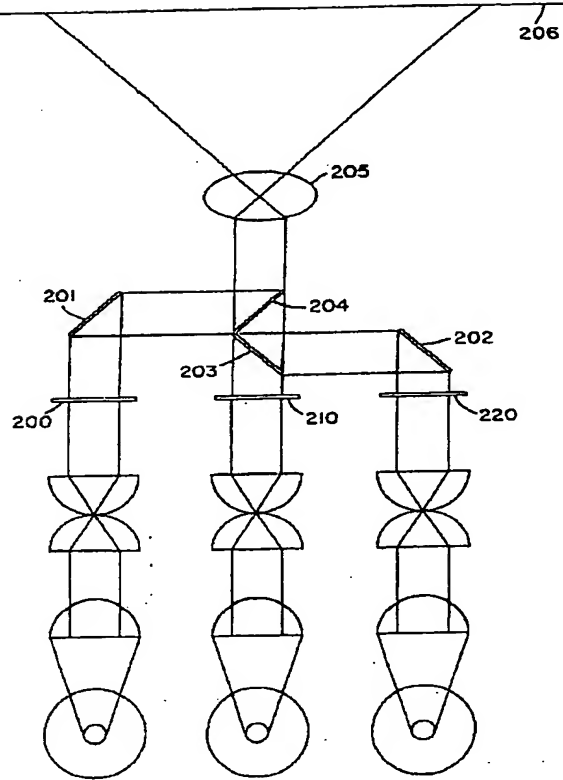
140 投射光学系

150 スクリーン

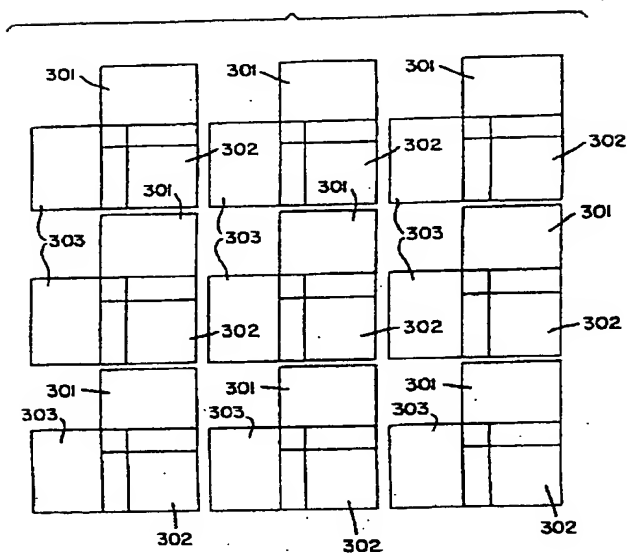
【図1】



【図2】

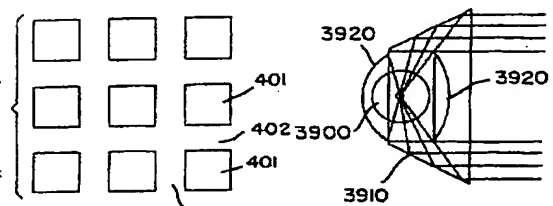


【図3】

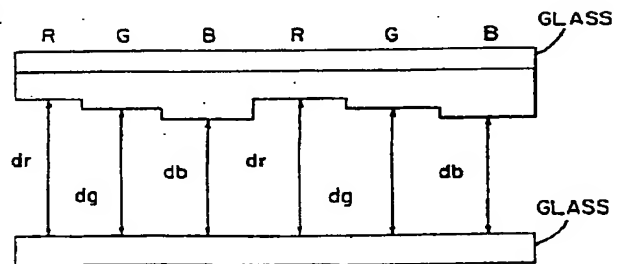


【図4】

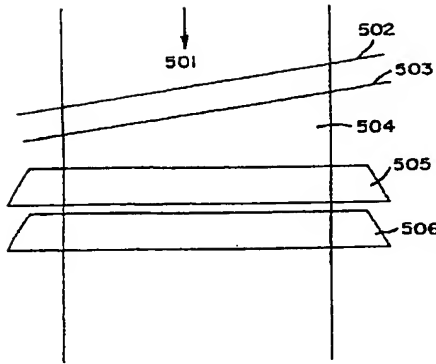
【図39】



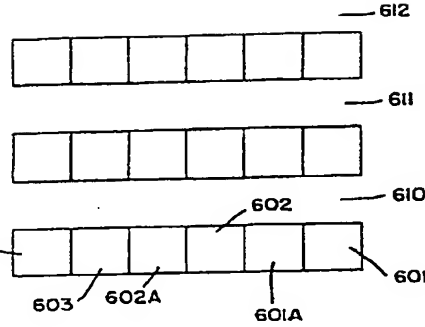
【図12】



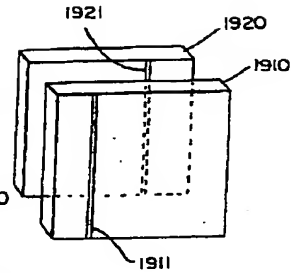
【図5】



【図6】



【図19】



【図8】

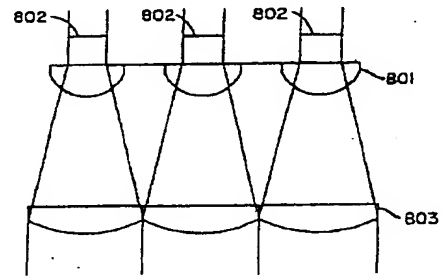
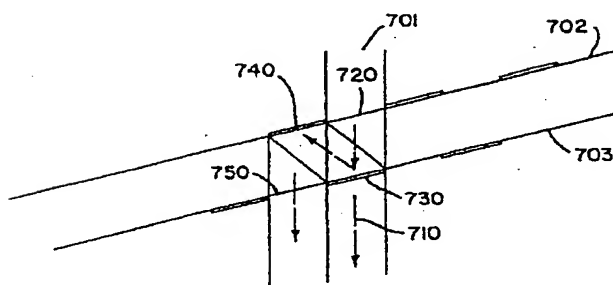


FIG. 8a

【図7】



【図11】

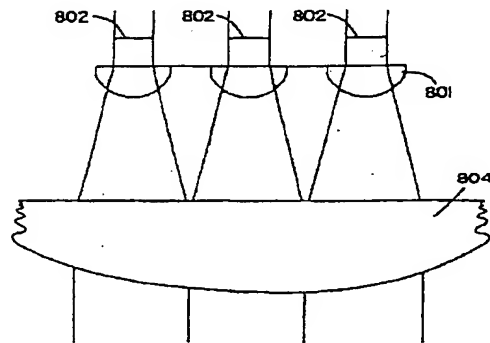
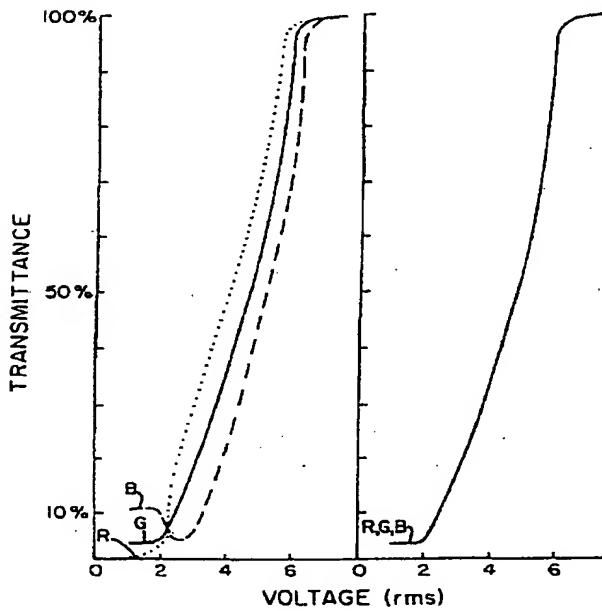


FIG. 8b

【図9】

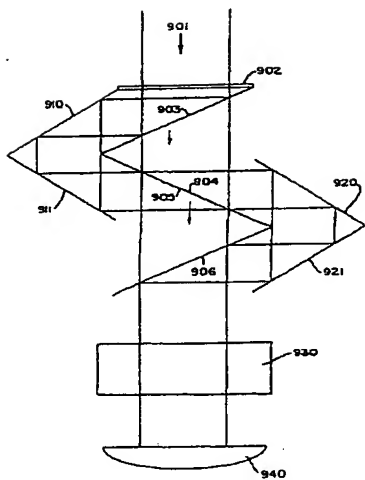


FIG. 9a

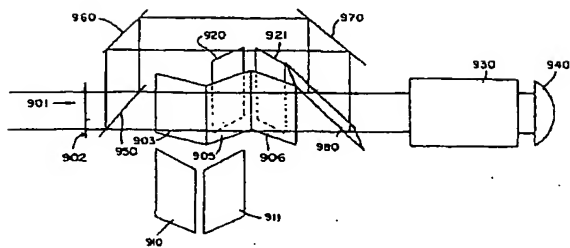
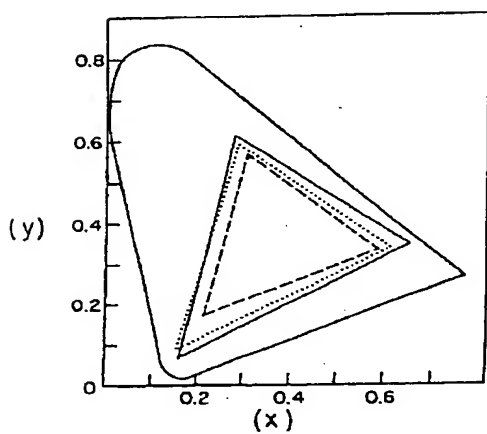
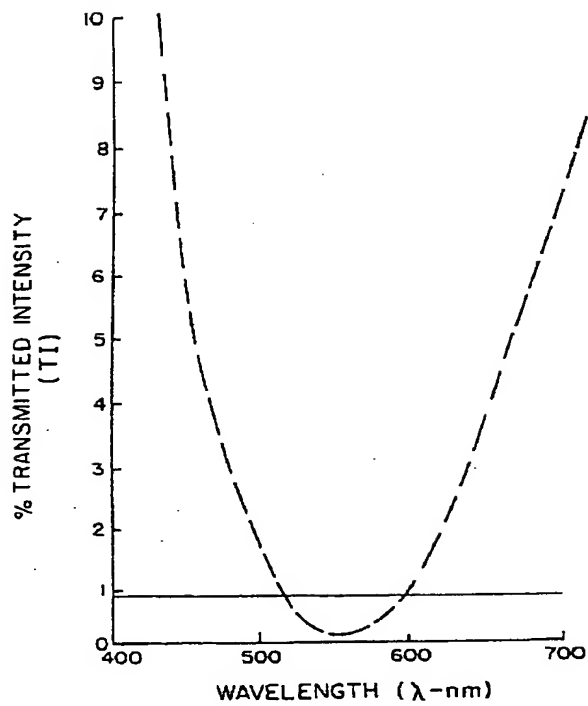


FIG. 9b

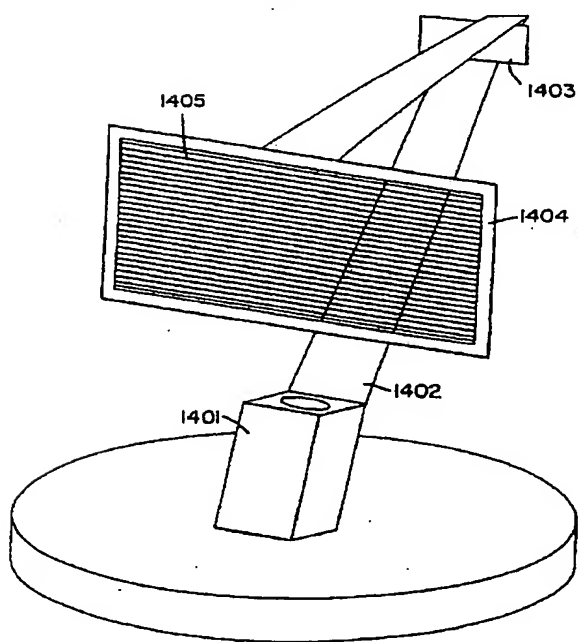
【図13】



【図10】



【図14】



【図15】

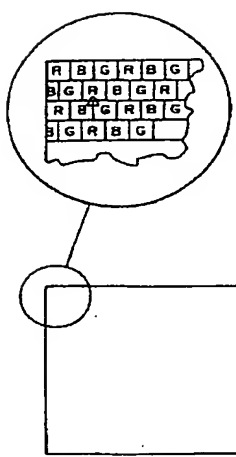


FIG. 15b

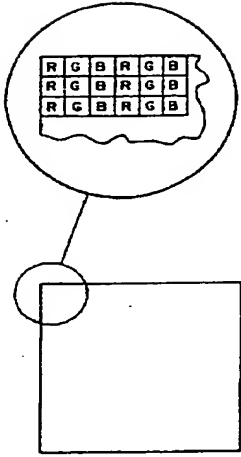
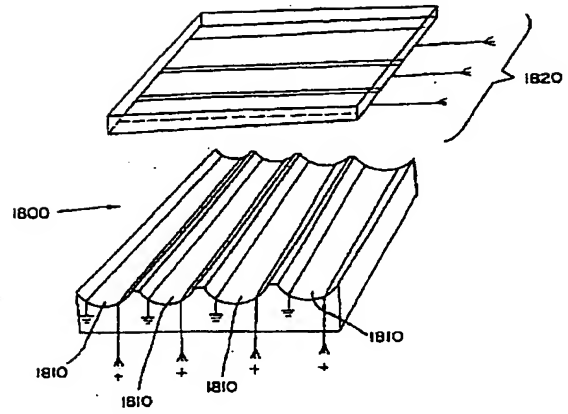
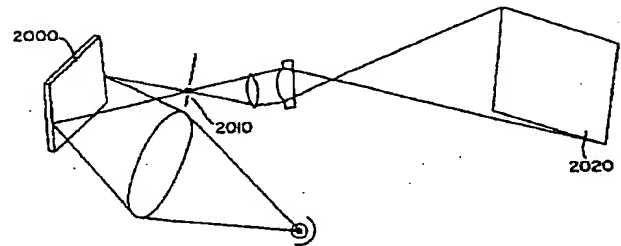


FIG. 15a

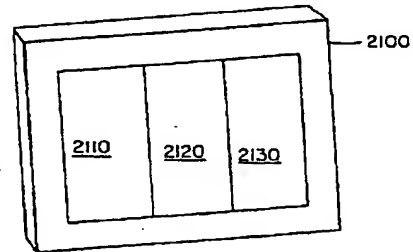
【図18】



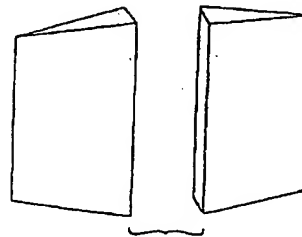
【図20】



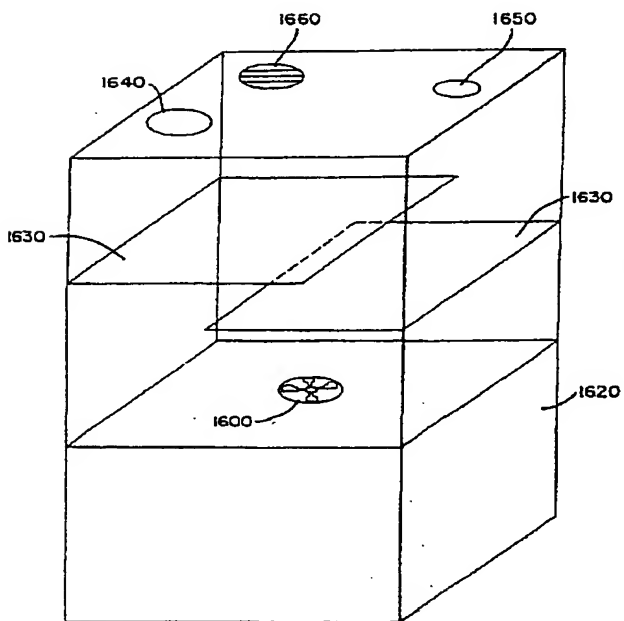
【図21】



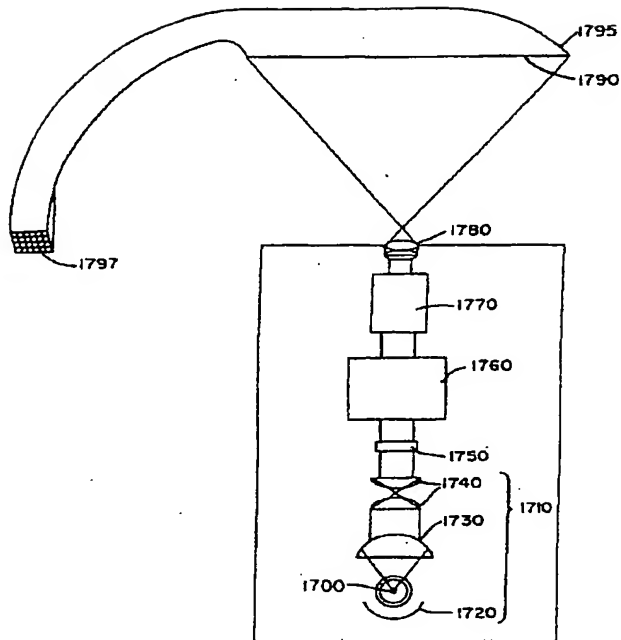
【図28】



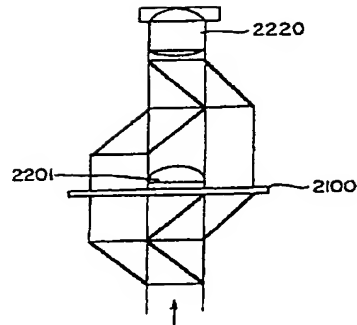
【図16】



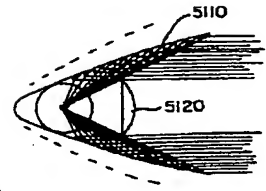
【図 17】



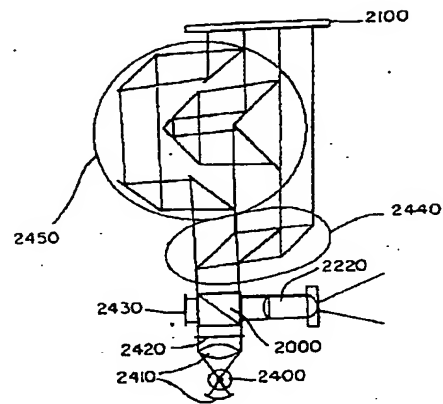
【図 22】



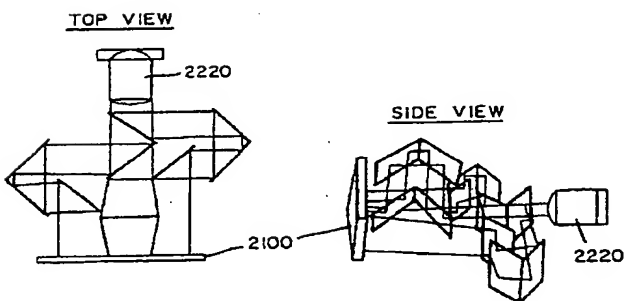
【図 51】



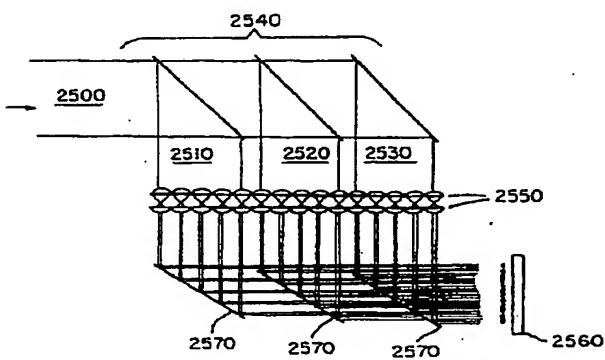
【図 24】



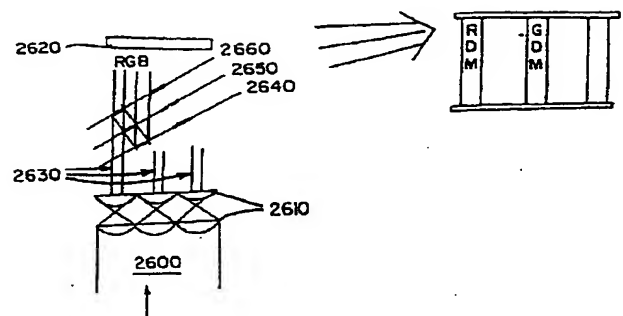
【図 23】



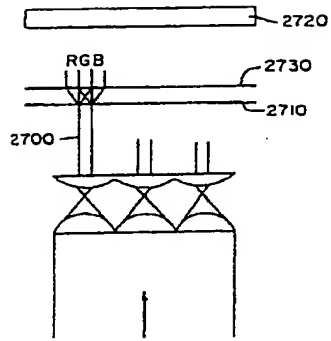
【図 25】



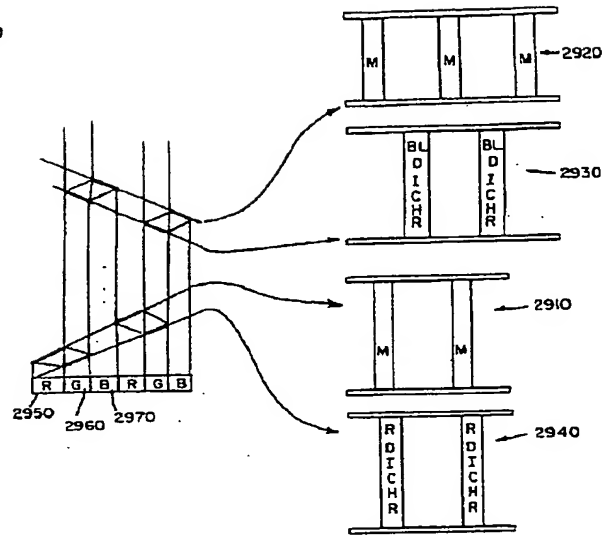
【図 26】



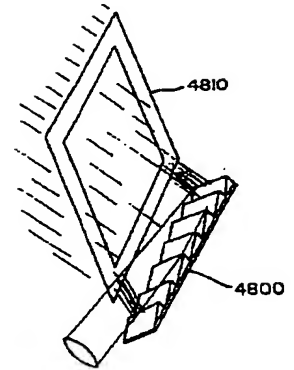
【図27】



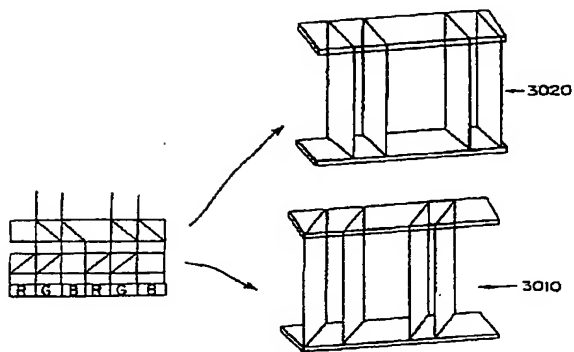
【図29】



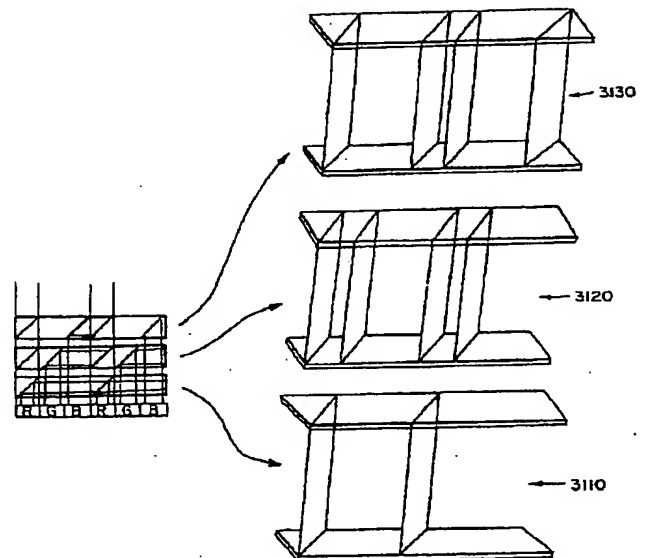
【図48】



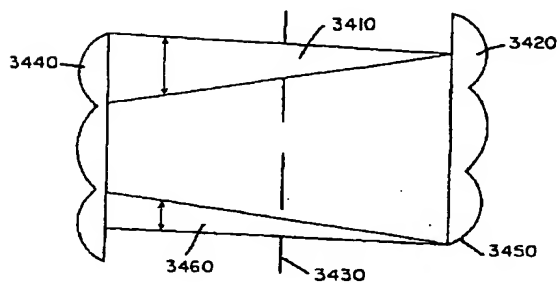
【図30】



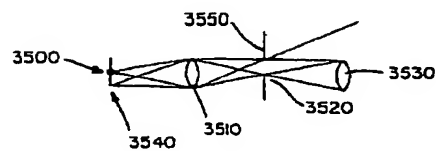
【図31】



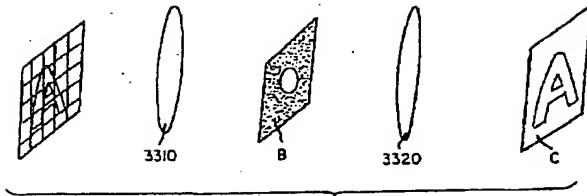
【図34】



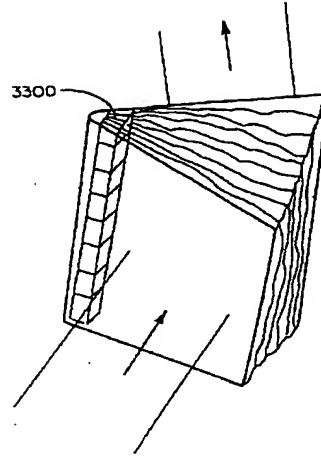
【図35】



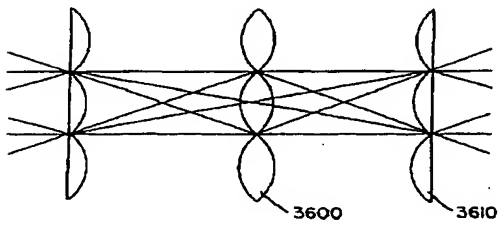
【図 3 2】



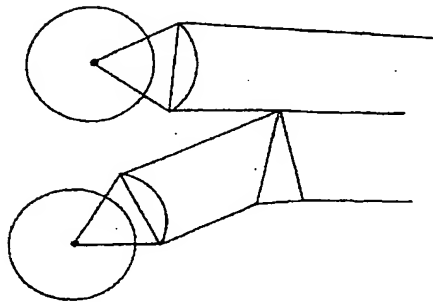
【図 3 3】



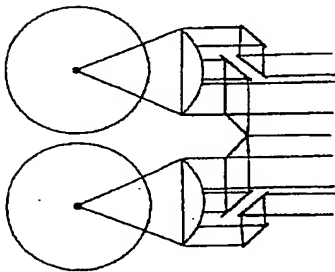
【図 3 6】



【図 3 7】

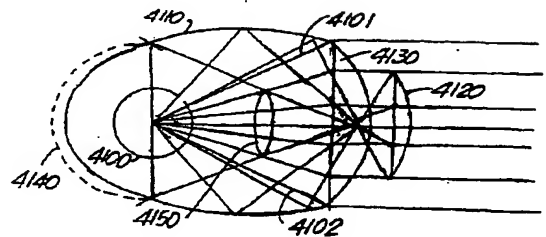
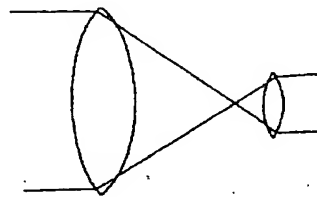


【図 3 8】

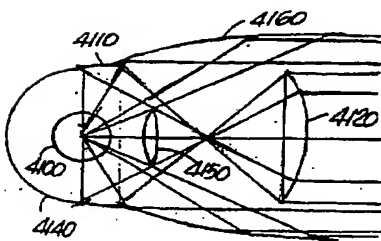


【図 4 0】

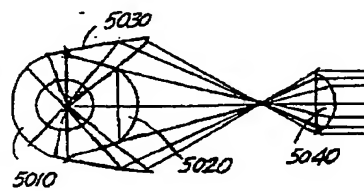
【図 4 1】



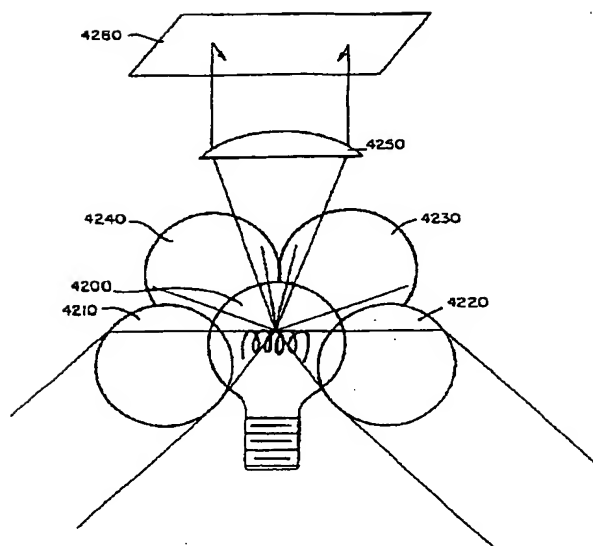
【図 4 6】



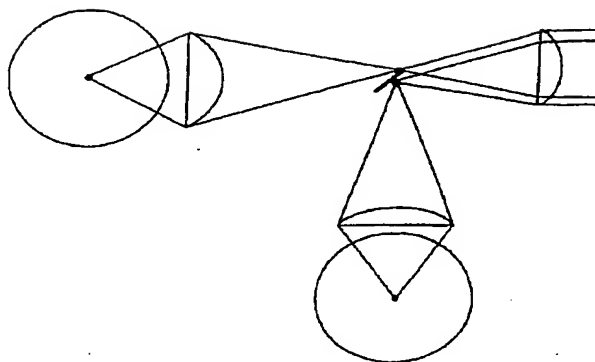
【図 5 0】



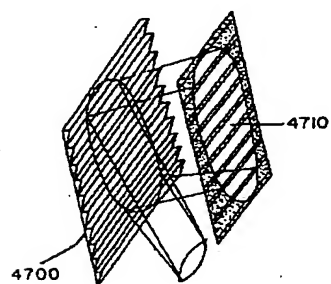
【図42】



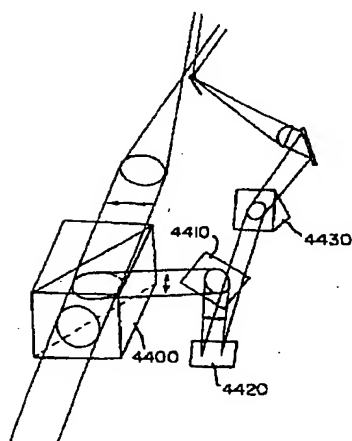
【図43】



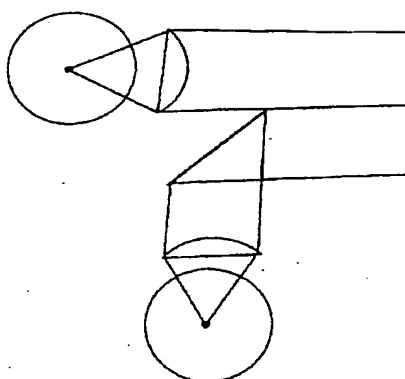
【図47】



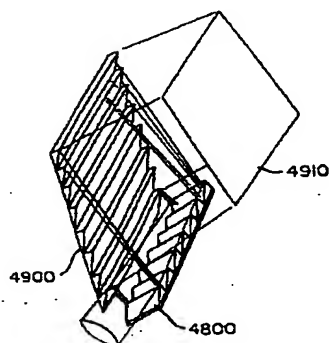
【図44】



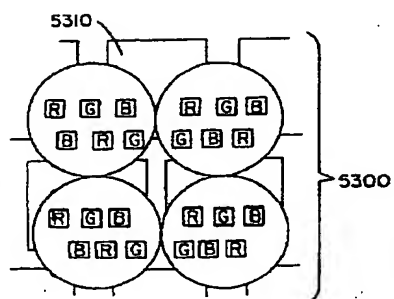
【図45】



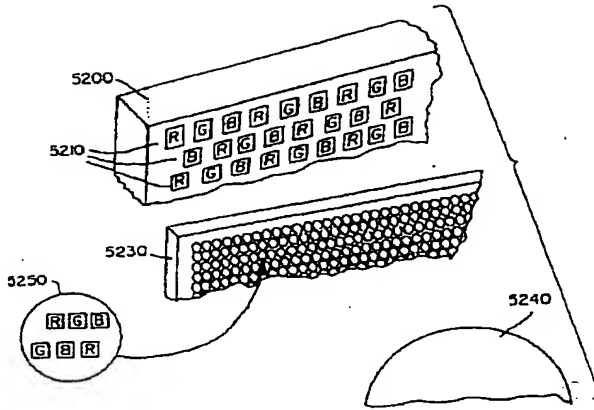
【図49】



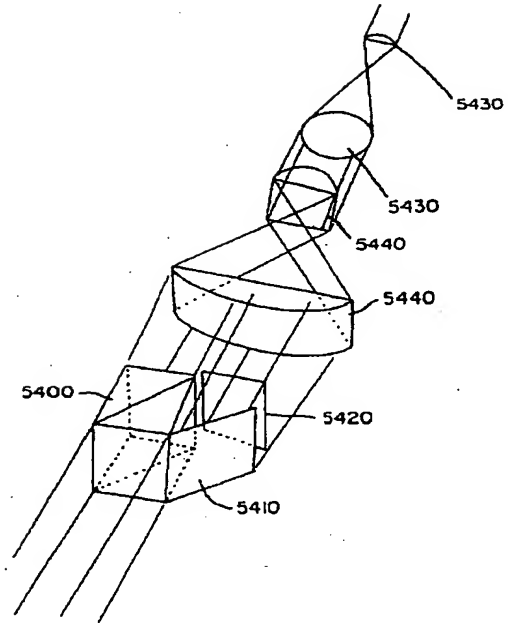
【図53】



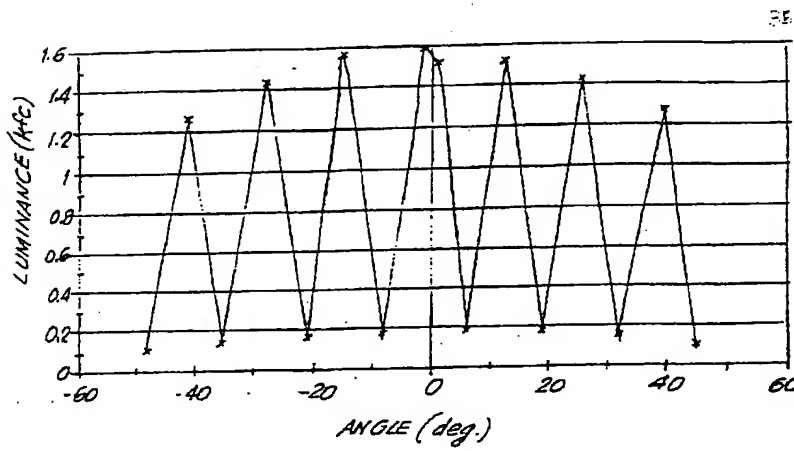
【図 5 2】



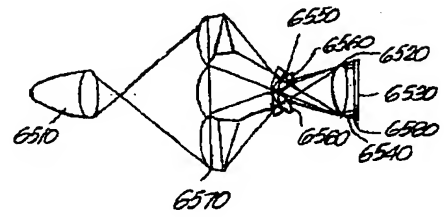
【図 5 4】



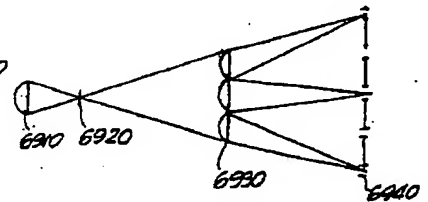
【図 5 5】



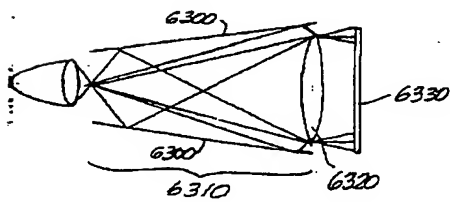
【図 6 5】



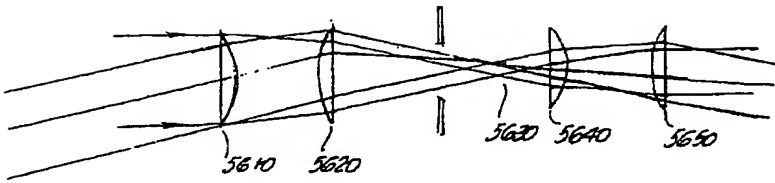
【図 6 9】



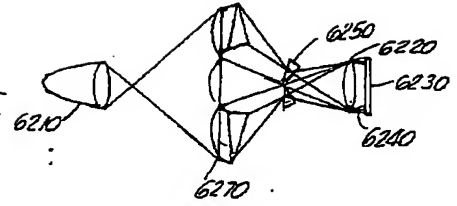
【図 6 3】



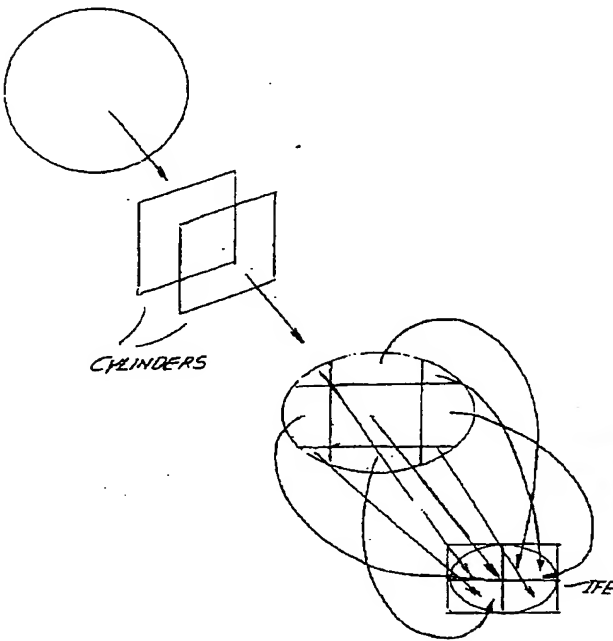
【図56】



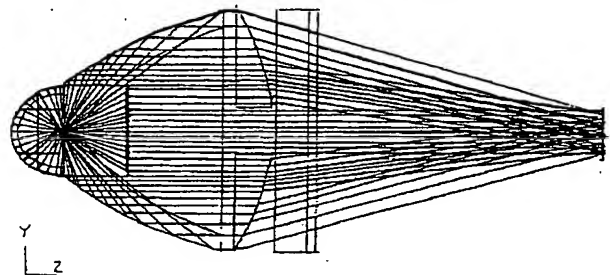
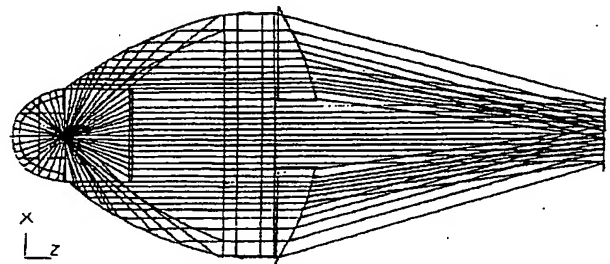
【図62】



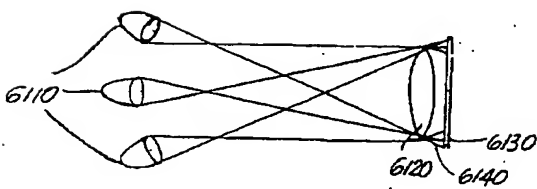
【図57】



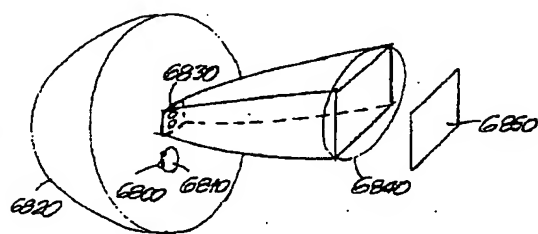
【図58】



【図61】



【図68】



【図59】

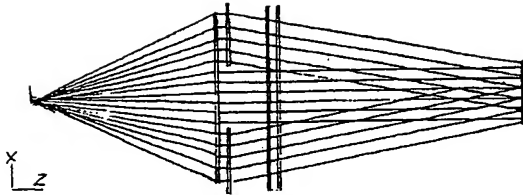


FIG. 59A

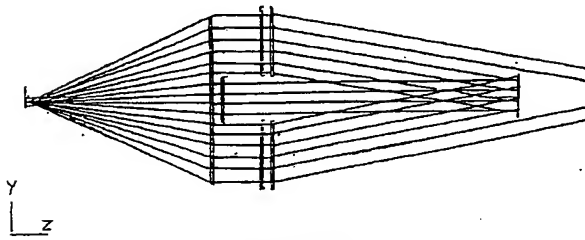


FIG. 59B

【図60】



FIG. 60A

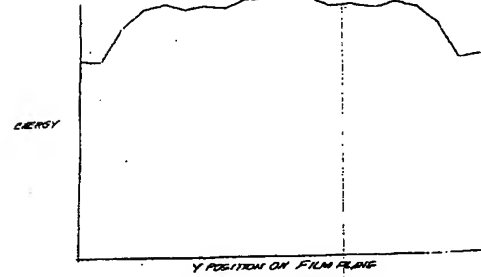
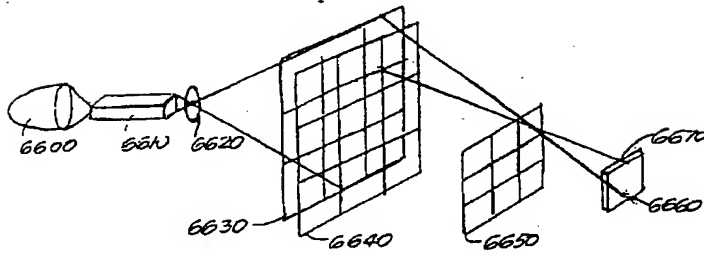
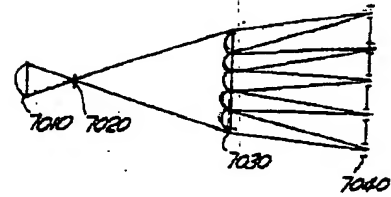


FIG. 60B

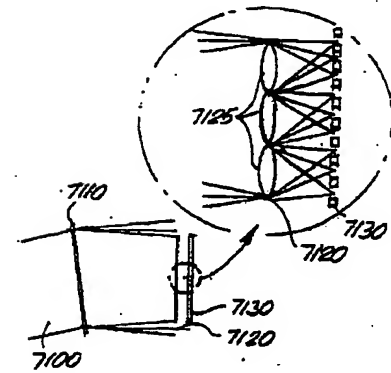
【図66】



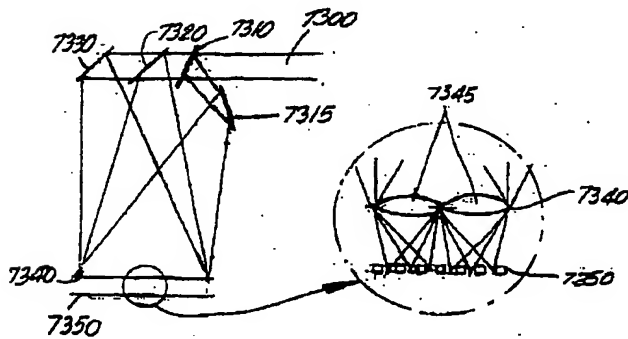
【図70】



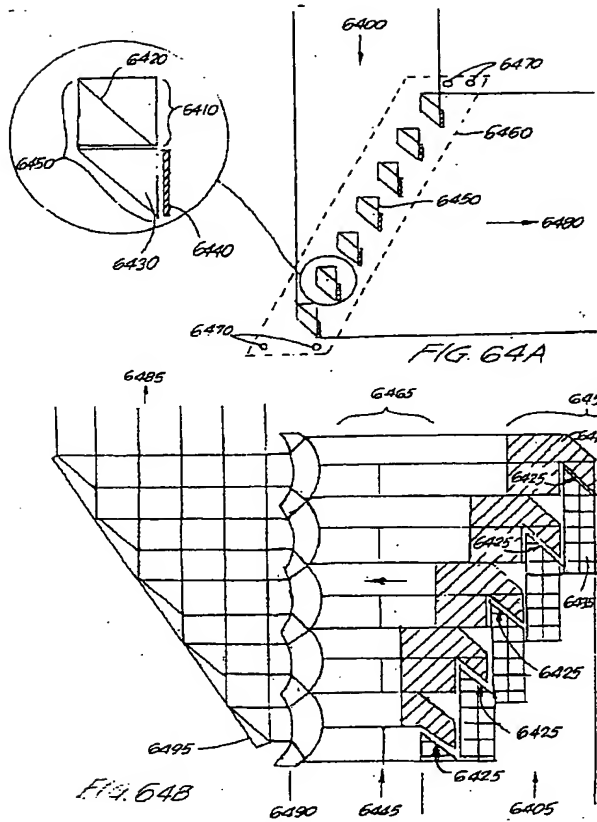
【図71】



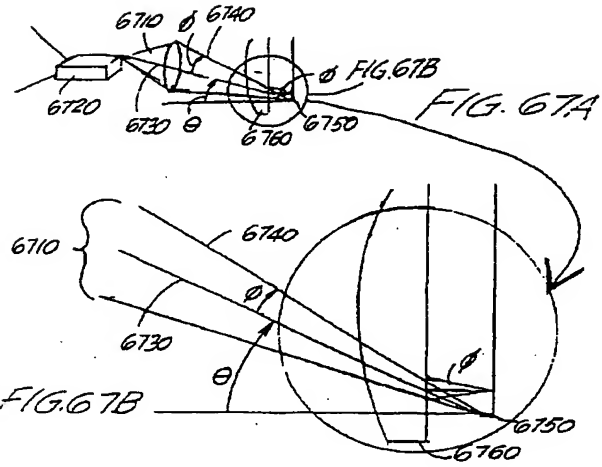
【図73】



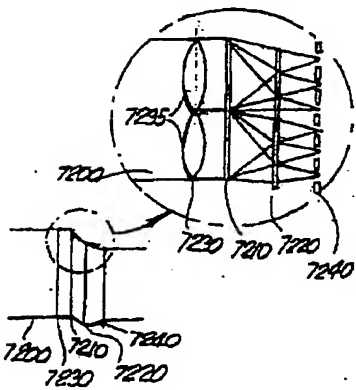
【図 64】



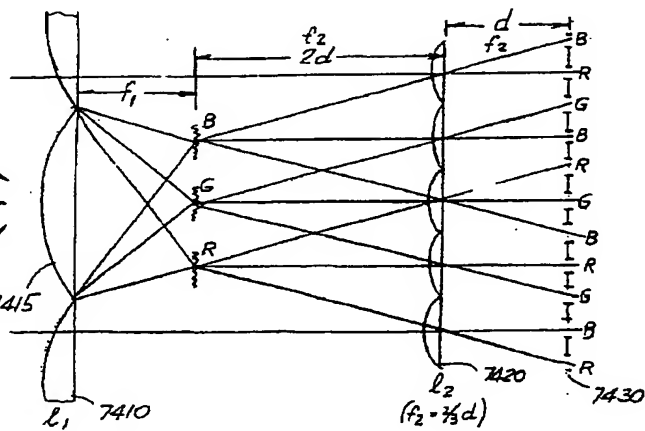
【図 67】



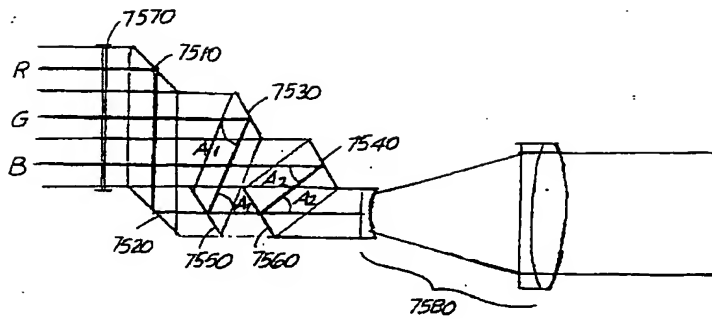
【図 72】



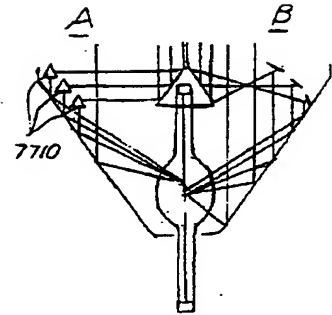
【図 74】



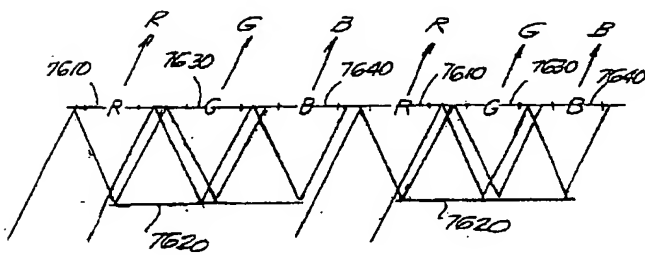
【図75】



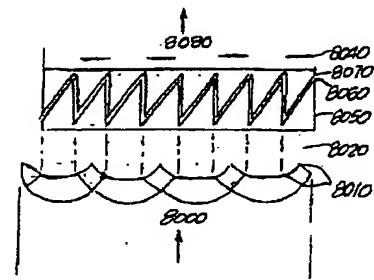
【図77】



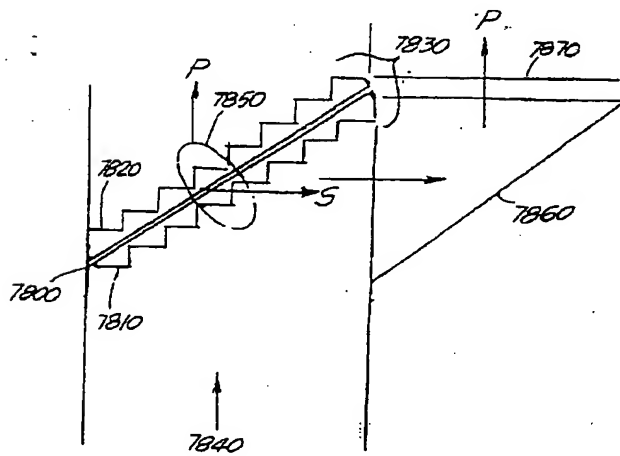
【図76】



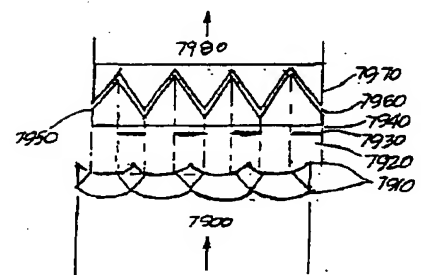
【図80】



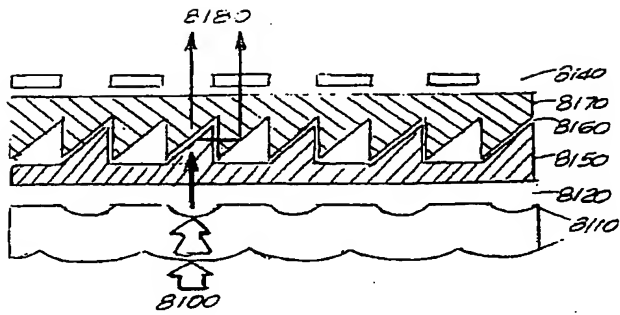
【図78】



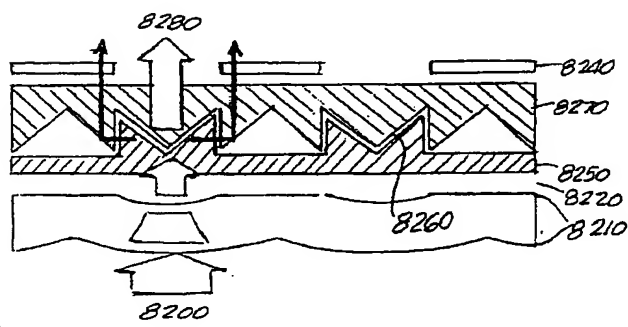
【図79】



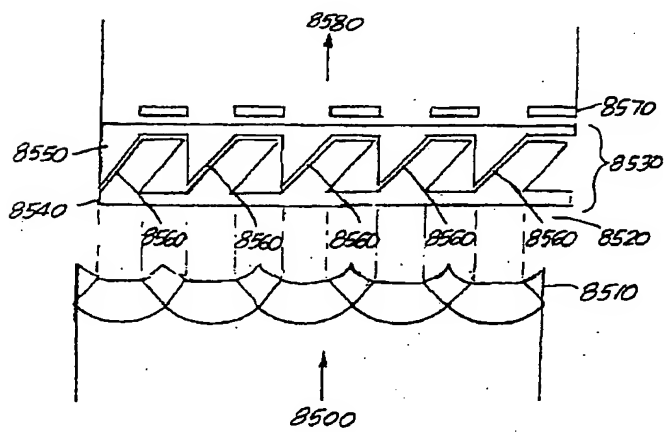
【図81】



【図82】



【図85】



【図83】

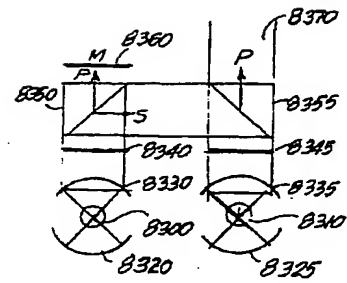


FIG. 83

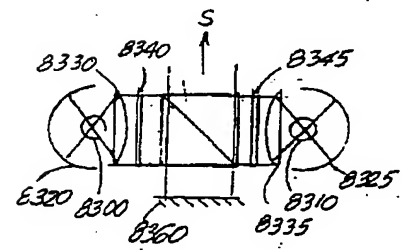


FIG. 83B

FIG. 84

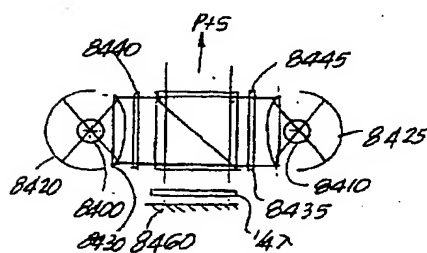


FIG. 84B

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

G O 9 F 9/00  
H O 4 N 5/74

識別記号

360

庁内整理番号

7426-5H

FI

G O 9 F 9/00  
H O 4 N 5/74

技術表示箇所

360Z  
A

(72)発明者 マルコム ジェイ. マクファーレン  
アメリカ合衆国、コネチカット州  
06804、ブルックフィールド、ツー  
フォーン リッジ ドライブ

(72)発明者 ポール ビー. クリステイ  
アメリカ合衆国、 ニューヨーク州  
10027、 ニューヨーク、 クラレモント  
アベニュー 140